

10 / 538842
PCT/JP 2004/000294

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

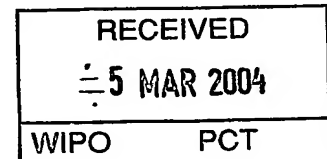
16 JUN 2005
16. 1. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月17日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-010012
[ST. 10/C]: [JP 2003-010012]



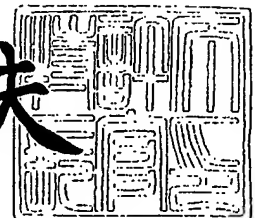
出 願 人
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3010864

【書類名】 特許願
【整理番号】 2002-0061
【提出日】 平成15年 1月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/06

H01J 9/12
H01J 9/26
H01J 9/233
H01J 29/18
H01J 29/38
H01J 31/50
H01J 40/04
H01J 43/08
H01J 43/28

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 杉山 浩之

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 赤井 義朗

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 酒井 四郎

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アルカリ金属発生剤、アルカリ金属発生器、光電面、2次電子放出面及び電子管、並びに、光電面の製造方法、2次電子放出面の製造方法及び電子管の製造方法

【特許請求の範囲】

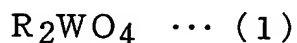
【請求項1】 入射光を光電変換して光電子を放出する光電面、又は、入射電子を利用して2次電子を放出する2次電子放出面の形成に使用されるアルカリ金属の供給源となるアルカリ金属発生剤であって、

アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとする少なくとも1種のタングステン酸塩からなる酸化剤と、

所定温度において前記酸化剤との酸化還元反応を開始し、前記アルカリ金属イオンを還元する還元剤と、

を少なくとも有していること、を特徴とするアルカリ金属発生剤。

【請求項2】 前記タングステン酸塩は下記式(1)で表現されることを特徴とする請求項1に記載のアルカリ金属発生剤。



[式(1)中、Rは、Na、K、Rb及びCsからなる群より選択される少なくとも1種の金属元素を示す。]

【請求項3】 前記還元剤は、Si、Zr、Ti及びAlからなる群より選択される少なくとも1種であることを特徴とする請求項1又は2に記載のアルカリ金属発生剤。

【請求項4】 粉体状であることを特徴とする請求項1～3のうちの何れか1項に記載のアルカリ金属発生剤。

【請求項5】 圧縮成形により所定の形状を有するペレットに成形されていることを特徴とする請求項1～3のうちの何れか1項に記載のアルカリ金属発生剤。

【請求項6】 入射光を光電変換して光電子を放出する光電面、又は、入射電子を利用して2次電子を放出する2次電子放出面の形成に使用されるアルカリ金属を発生させるアルカリ金属発生器であって、

前記アルカリ金属を発生する原料を含む供給源と、

前記供給源において発生する前記アルカリ金属の蒸気を放出するための放出孔が設けられており、前記供給源を収容するケースと、
を少なくとも有しており、

前記供給源が請求項 1 ～ 5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤であること、
を特徴とするアルカリ金属発生器。

【請求項 7】 前記ケースは金属製ケースであることを特徴とする請求項 6 に記載のアルカリ金属発生器。

【請求項 8】 前記ケースが、前記アルカリ金属発生剤を収容する内部スペースが設けられた金属製パイプと、前記金属製パイプの両端の開口部全体を覆う 2 つの金属製蓋部材とから構成されており、

前記放出孔が、前記金属製パイプの側面に形成されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のアルカリ金属発生器。

【請求項 9】 前記アルカリ金属発生剤が所定の形状を有するペレットとして成形されており、

前記ケースが、開口部を有しており前記ペレットを収容する金属製の有底容器と、前記有底容器の前記開口部に溶接により接続されており該開口部全体を覆う金属製の蓋部材と、を有しており、

前記ケースの前記放出孔が、前記有底容器の前記開口部と前記蓋部材との間の未溶接部分に形成されていること、

を特徴とする請求項 6 ～ 8 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器。

【請求項 10】 前記ケースを封入するガラス製アンプルを更に備えていること、を特徴とする請求項 6 ～ 9 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器。

【請求項 11】 前記アルカリ金属発生剤の酸化還元反応を開始させ、前記アルカリ金属の蒸気を発生させるための加熱手段が更に備えられていることを特徴とする請求項 6 ～ 10 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器。

【請求項 12】 前記加熱手段は、高周波加熱により前記アルカリ金属発生

剤を加熱する構成を有していることを特徴とする請求項 11 に記載のアルカリ金属発生器。

【請求項 13】 入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面であって、

前記アルカリ金属は、請求項 1～5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤から発生するアルカリ金属であること、
を特徴とする光電面。

【請求項 14】 入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面であって、

前記アルカリ金属は、請求項 6～12 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属であること、
を特徴とする光電面。

【請求項 15】 電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面であって、

前記 2 次電子放出面には、請求項 1～5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤から発生するアルカリ金属が含まれていること、
を特徴とする 2 次電子放出面。

【請求項 16】 電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面であって、

請求項 6～12 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属が含まれていること、
を特徴とする 2 次電子放出面。

【請求項 17】 入射光を光電変換して光電子を放出する光電面を有する電子管であって、

前記光電面として請求項 13 又は 14 に記載の光電面を備えること、
を特徴とする電子管。

【請求項 18】 前記電子管が、
前記光電面と、
前記光電面から放出される前記光電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次

電子放出面を有する少なくとも 1 つのダイノードを有する電子増倍部と、
前記 2 次電子を収集し外部に電流として取り出すための陽極と、
を少なくとも有する光電子増倍管であること、
を特徴とする請求項 17 に記載の電子管。

【請求項 19】 前記電子管が、
前記光電面と、
前記光電面から放出される前記光電子を収集し外部に電流として取り出すための陽極と、
を少なくとも有する光電管であること、
を特徴とする請求項 17 に記載の電子管。

【請求項 20】 前記電子管が、
前記光電面と、
前記光電面から放出される電子を光に変換する蛍光面を少なくとも有するイメージ管であること、
を特徴とする請求項 17 に記載の電子管。

【請求項 21】 前記電子管が、
前記光電面と、
前記光電面から放出される光電子を加速させる加速電極と、
前記加速電極により加速された前記光電子を集束するため集束電極と、
前記集束電極により集束された前記光電子が通過可能な連通孔が形成されており、前記連通孔内に前記光電子を通過させる陽極と、

互いに対向配置された 1 対の電極板から構成されており、前記陽極の前記連通孔内を通過した前記光電子を前記 1 対の電極板の間に印加される所定の偏向電圧により所定の方向に掃引可能な偏向電極と、

前記偏向電極において偏向された電子を光に変換する蛍光面と、
を少なくとも有するストリーク管であること、
を特徴とする請求項 17 に記載の電子管。

【請求項 22】 電子を入射させるとともに、該電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面を有する少なくとも 1 つのダイノードを有する電子

増倍部を少なくとも有する電子管であって、

前記 2 次電子放出面として請求項 15 又は 16 に記載の 2 次電子放出面を備えること、

を特徴とする電子管。

【請求項 23】 前記電子管が、

入射光を光電変換して光電子を放出する光電面と、

前記少なくとも 1 つのダイノードを有する前記電子増倍部と、

前記電子増倍部から放出される前記 2 次電子を収集し外部に電流として取り出すための陽極と、

を少なくとも有する光電子増倍管であること、

を特徴とする請求項 22 に記載の電子管。

【請求項 24】 入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面の製造方法であって、

前記アルカリ金属の発生源として、請求項 1～5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤を用いること、

を特徴とする光電面の製造方法。

【請求項 25】 入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面の製造方法であって、

前記アルカリ金属の発生源として、請求項 6～12 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器を用いること、

を特徴とする光電面の製造方法。

【請求項 26】 電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面の製造方法であって、

前記 2 次電子放出面として、請求項 1～5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤から発生させたアルカリ金属を含む材料を用いること、

を特徴とする 2 次電子放出面の製造方法。

【請求項 27】 電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面の製造方法であって、

前記 2 次電子放出面として、請求項 6～12 のうちの何れか 1 項に記載のアル

カリ金属発生器から発生させたアルカリ金属を含む材料を用いること、
を特徴とする 2 次電子放出面の製造方法。

【請求項 28】 入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面を少なくとも有する電子管の製造方法であって、

請求項 1～5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤を用いて前記光電面を形成する工程を含むこと、
を特徴とする電子管の製造方法。

【請求項 29】 入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面を少なくとも有する電子管の製造方法であって、

請求項 6～12 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器を用いて前記光電面を形成する工程を含むこと、
を特徴とする電子管の製造方法。

【請求項 30】 前記電子管が、光電子増倍管、光電管、イメージ管又はストリーク管であることを特徴とする請求項 28 又は 29 に記載の電子管の製造方法。

【請求項 31】 電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面を有する少なくとも 1 つのダイノードを有する電子増倍部を有する電子管の製造方法であって、

請求項 1～5 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生剤を用いて前記少なくとも 1 つのダイノードの前記 2 次電子放出面を形成する工程を含むこと、
を特徴とする電子管の製造方法。

【請求項 32】 電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面を有する少なくとも 1 つのダイノードを有する電子増倍部を有する電子管の製造方法であって、

請求項 6～12 のうちの何れか 1 項に記載のアルカリ金属発生器を用いて前記少なくとも 1 つのダイノードの前記 2 次電子放出面を形成する工程を含むこと、
を特徴とする電子管の製造方法。

【請求項 33】 前記電子管が、光電子増倍管、イメージ管又はストリーク管であることを特徴とする請求項 31 又は 32 に記載の電子管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アルカリ金属発生剤、アルカリ金属発生器、光電面、2次電子放出面及び電子管、並びに、光電面の製造方法、2次電子放出面の製造方法及び電子管の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

入射光を光電変換して電子（光電子、1次電子）を放出する光電面としては、透明基板上に形成される光電面（いわゆる「透過型光電面」）を有するものや、Ni等の金属基板上に形成される光電面（いわゆる「反射型光電面」）を有するものが知られており、例えば、光電子増倍管、光電管、イメージインテンシファイア及びストリーク管等の電子管の重要な部品として採用されている。

【0003】

現在実用化されている光電面の多くは、基板上に形成されたアルカリ金属を含む光電子放出材料（主に金属間化合物、化合物半導体）、例えば、SbとCsとからなる金属間化合物からなる。

【0004】

従来、上記のアルカリ金属を構成元素として含む光電子放出材料は、所定の真空度（残留気体の分圧で表現した場合、好ましくは、 $10^{-7} \sim 10^{-2}$ Pa）と温度に保持した雰囲気中で、アルカリ金属蒸気を発生させ、アルカリ金属と反応する光電子放出材料の構成材料に反応させることにより形成されている。例えば、SbとCsとからなる金属間化合物の光電子放出材料を形成する場合には、例えば、基板上にアルカリ金属と反応する光電子放出材料の構成材料であるSbからなる蒸着膜を形成し、次いで、Csの蒸気を発生させ、Sbからなる蒸着膜にCsを反応させ、金属間化合物の層を形成している。

【0005】

この場合、アルカリ金属自体が大気中で非常に不安定でありこれ自体をアルカリ金属の蒸気の発生源とすることができないため、所定の温度で酸化還元反応に

よりアルカリ金属を生成可能な酸化剤と還元剤との組み合わせを構成成分として含む供給源（いわゆる「アルカリ源」或いは「アルカリ金属源」）が用いられている。この供給源は粉体状のもの或いはペレット状に加圧成形したものが従来から使用されている。なお、本明細書においては、上記の酸化剤と還元剤とを含むアルカリ金属の蒸気の供給源を「アルカリ金属発生剤」という。

【0006】

また、これら粉体状のアルカリ金属発生剤或いはペレット状に加圧成形したアルカリ金属発生剤は、アルカリ金属の蒸気を外部に放出可能な孔が設けられた金属製ケース内に収容された状態で使用される。更に、この金属製ケースをガラス製アンプル内に封入した状態で使用される場合もある。そして、光電面の形成時においてその場でこの金属製ケースを加熱し、アルカリ金属の蒸気を発生させている。

【0007】

更に、上記のアルカリ金属発生剤は、例えば、光電子増倍管のダイノードの2次電子放出面の形成にも使用されている。

【0008】

このようなアルカリ金属発生剤としては、Si、Ti又はAl等を還元剤として含み、かつ、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするクロム酸塩（例えば、 Cs_2CrO_4 等）を酸化剤として含む粉体状のもの或いはペレット状に加圧成形したものが従来から使用されており、この酸化剤を含むアルカリ金属発生剤は、例えば、特開昭55-78438号公報や特開昭55-78438号公報に開示されている。

【0009】

【特許文献1】

特開昭55-78438号公報

【特許文献2】

特開昭55-78438号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするクロム酸塩を酸化剤として含むアルカリ金属発生剤を用いて先に述べた電子管に備える光電面を製造する場合、上記のクロム酸塩からなる酸化剤と還元剤との酸化還元反応は反応速度が極めて大きく、反応場の温度が徐々に上昇し反応の進行が可能な所定の温度に到達すると急激に進行するため、一旦反応が進行し始めると反応温度の調節による反応速度の制御が極めて困難となるという製造上の問題があった。

【0011】

より具体的には、酸化還元反応の急激な進行に伴って反応場の温度が急激に上昇するため、アルカリ金属発生剤自体若しくはアルカリ金属発生剤を収容している金属製ケース又はガラス製アンプルが爆ぜる場合があった。電子管内に備える光電面を製造する場合にこのような問題が発生すると、アルカリ量の制御が困難になり、所望の性能が得られない。また、この場合、製造効率上の制約等から使用済みの金属製ケースはガラス製容器等の電子管の筐体内に残されたままとなるが、このとき金属製ケースが爆ぜていると、外観上の不良ともなる。

【0012】

更に、酸化還元反応の急激な進行によりアルカリ金属の発生速度及び収率に大きな変動があるため、光電面の形成部位やダイノードの2次電子放出面の形成部位におけるアルカリ金属の蒸着状態が不均一となる問題があった。例えば、高周波加熱方式により加熱する場合、従来のクロム酸塩を使用すると酸化還元反応が急激に進行するため、加熱を停止するタイミングを常に一定にすることができず、同様の条件で製造しても、複数の光電面の分光感度特性（放射感度及び量子効率）にばらつきが生じたり、同様の条件で製造した複数のダイノードについても、その増倍効率にばらつきが生じて、不良品となる場合があり、生産効率が低下する。

【0013】

本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みてなされたものであり、アルカリ金属を安定的に発生させることのできる光電面又は2次電子放出面形成用のアルカリ金属発生剤、これを備えておりアルカリ金属の発生速度を容易にコントロールできるアルカリ金属発生器、十分な分光感度特性を有する光電面、十分な増倍

効率を有する 2 次電子放出面、及び十分な光電変換特性を有する電子管を提供することを目的とする。また、本発明は、形成が容易でありかつ性能の再現性に優れた光電面の製造方法、形成が容易でありかつ性能の再現性に優れた 2 次電子放出面の製造方法及び性能の再現性に優れた電子管の製造方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、上記従来の酸化剤と還元剤との酸化還元反応の反応速度が大きいのは、還元剤よりもむしろ酸化剤であるアルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするクロム酸塩が非常に強い酸化力を有していることが大きな原因の一つとなっていることを見出した。

【0015】

そして、本発明者らは、上記クロム酸塩よりも酸化力の弱い酸化剤について検討し、このような酸化剤としてタングステン酸塩を使用すると、上記従来のクロム酸塩を用いて製造した光電面及び 2 次電子放出面に匹敵する性能を有する光電面及び 2 次電子放出面を容易にかつ再現性よく製造できることを見出し、本発明に到達した。

【0016】

すなわち、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出する光電面、又は、入射電子を利用して 2 次電子を放出する 2 次電子放出面の形成に使用されるアルカリ金属の供給源となるアルカリ金属発生剤であって、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとする少なくとも 1 種のタングステン酸塩からなる酸化剤と、所定温度において酸化剤との酸化還元反応を開始し、アルカリ金属イオンを還元する還元剤と、を少なくとも有していること、を特徴とするアルカリ金属発生剤を提供する。

【0017】

アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするタングステン酸塩は、先に述べたクロム酸塩よりも酸化力が弱く、還元剤との酸化還元反応がクロム酸塩の場合に比べて緩やかに進行するため、一旦反応が進行し始めても反応温度の調節に

よる反応速度の制御が容易である。そのため、本発明のアルカリ金属発生剤によれば、アルカリ金属発生剤自体若しくはこれを収容しているケースを爆ぜさせることなくアルカリ金属（アルカリ金属の蒸気）を安定的に発生させることができる。

【0018】

従って、本発明のアルカリ金属発生剤を用いることにより、十分な分光感度特性を有する光電面や、十分な増倍効率を有する2次電子放出面を容易かつ再現性よく製造することができる。

【0019】

また、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出する光電面、又は、入射電子を利用して2次電子を放出する2次電子放出面の形成に使用されるアルカリ金属を発生させるアルカリ金属発生器であって、アルカリ金属を発生する原料を含む供給源と、供給源において発生するアルカリ金属の蒸気を放出するための放出孔が設けられており、供給源を収容するケースと、を少なくとも有しており、供給源が先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤であること、を特徴とするアルカリ金属発生器を提供する。

【0020】

先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を内部に収容している本発明のアルカリ金属発生器によれば、アルカリ金属発生剤中の酸化剤と還元剤との酸化還元反応により発生するアルカリ金属（アルカリ金属の蒸気）をケースの放出孔から安定的に外部に放出することができる。

【0021】

従って、本発明のアルカリ金属発生器を用いることにより、十分な分光感度特性を有する光電面や、十分な増倍効率を有する2次電子放出面を容易かつ再現性よく製造することができる。

【0022】

更に、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面であって、アルカリ金属は、先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤から発生するアルカリ金属であること、を特徴とする光電面を提供する。

【0023】

このように、本発明のアルカリ金属発生剤を用いて製造することにより、十分な分光感度特性を有する光電面を構成することができる。

【0024】

また、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面であって、アルカリ金属は、先に述べた本発明のアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属であること、を特徴とする光電面を提供する。

【0025】

このように、本発明のアルカリ金属発生器を用いて製造することにより、十分な分光感度特性を有する光電面を構成することができる。

【0026】

更に、本発明は、電子の入射に応じて2次電子を放出する2次電子放出面であって、先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤から発生するアルカリ金属が含まれていること、を特徴とする2次電子放出面を提供する。

【0027】

このように、本発明のアルカリ金属発生剤を用いて製造することにより、十分な増倍効率を有する2次電子放出面を構成することができる。ここで、本発明の2次電子放出面に入射する「電子」には、光電面から放出される「光電子」も含まれるものとする。

【0028】

また、本発明は、電子の入射に応じて2次電子を放出する2次電子放出面であって、先に述べた本発明のアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属が含まれていること、を特徴とする2次電子放出面を提供する。

【0029】

このように、本発明のアルカリ金属発生器を用いて製造することにより、十分な増倍効率を有する2次電子放出面を構成することができる。なお、この場合にも、2次電子放出面に入射する「電子」には、光電面から放出される「光電子」も含まれるものとする。

【0030】

更に、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出する光電面を有する電子管であって、光電面として先に述べた本発明の光電面を備えること、を特徴とする電子管を提供する。

【0031】

このように、本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造された光電面をそなえることにより、十分な光電変換特性を有する電子管を構成することができる。なお、電子管に少なくとも1つの2次電子放出面（例えば、ダイノード等の2次電子放出面）が備えられている場合には、先に述べた観点から該少なくとも1つの2次電子放出面も本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造されたものであることが好ましい。

【0032】

また、本発明は、電子を入射させるとともに、該電子の入射に応じて2次電子を放出する2次電子放出面を有する少なくとも1つのダイノードを有する電子増倍部を少なくとも有する電子管であって、2次電子放出面として先に述べた本発明の2次電子放出面を備えること、を特徴とする電子管を提供する。

【0033】

このように、本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造された2次電子放出面を備えることにより、十分な光電変換特性を有する電子管を構成することができる。なお、この場合、先に述べた観点から電子管の光電面も本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造されたものであることが好ましい。

【0034】

更に、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面の製造方法であって、アルカリ金属の発生源として、先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いること、を特徴とする光電面の製造方法を提供する。

【0035】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いることにより、形成が容易で性能の再現性に優れた光電面を製造することができる。

【0036】

更に、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面の製造方法であって、アルカリ金属の発生源として、先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いること、を特徴とする光電面の製造方法を提供する。

【0037】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いることにより、形成が容易で性能の再現性に優れた光電面を製造することができる。

【0038】

また、本発明は、電子の入射に応じて2次電子を放出する2次電子放出面の製造方法であって、2次電子放出面として、先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤から発生させたアルカリ金属を含む材料を用いること、を特徴とする2次電子放出面の製造方法を提供する。

【0039】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いることにより、形成が容易で性能の再現性に優れた2次電子放出面を製造することができる。

【0040】

更に、本発明は、電子の入射に応じて2次電子を放出する2次電子放出面の製造方法であって、2次電子放出面として、先に述べた本発明のアルカリ金属発生器から発生させたアルカリ金属を含む材料を用いること、を特徴とする2次電子放出面の製造方法を提供する。

【0041】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いることにより、形成が容易で性能の再現性に優れた2次電子放出面を製造することができる。

【0042】

また、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面を少なくとも有する電子管の製造方法であって、先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いて光電面を形成する工程を含むこと、を特徴とする電子管の製造方法を提供する。

【0043】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いて光電面を作製する

ことにより、性能の再現性に優れた電子管を製造することができる。なお、光電面の他に少なくとも 1 つの 2 次電子放出面（例えば、ダイノード等の 2 次電子放出面）が備えられた電子管を製造する場合には、先に述べた観点から該少なくとも 1 つの 2 次電子放出面も本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造することが好ましい。

【0044】

更に、本発明は、入射光を光電変換して光電子を放出するアルカリ金属を含む光電面を少なくとも有する電子管の製造方法であって、先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いて光電面を形成する工程を含むこと、を特徴とする電子管の製造方法を提供する。

【0045】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いて光電面を作製することにより、性能の再現性に優れた電子管を製造することができる。なお、光電面の他に少なくとも 1 つの 2 次電子放出面（例えば、ダイノード等の 2 次電子放出面）が備えられた電子管を製造する場合には、先に述べた観点から該少なくとも 1 つの 2 次電子放出面も本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造することが好ましい。

【0046】

また、本発明は、電子の入射に応じて 2 次電子を放出する 2 次電子放出面を有する少なくとも 1 つのダイノードを有する電子増倍部を有する電子管の製造方法であって、先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いて少なくとも 1 つのダイノードの 2 次電子放出面を形成する工程を含むこと、を特徴とする電子管の製造方法を提供する。

【0047】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生剤を用いてダイノードの 2 次電子放出面を作製することにより、性能の再現性に優れた電子管を製造することができる。なお、この場合、先に述べた観点から電子管の光電面も本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造することが好ましい。

【0048】

更に、電子の入射に応じて2次電子を放出する2次電子放出面を有する少なくとも1つのダイノードを有する電子増倍部を有する電子管の製造方法であって、先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いて2次電子放出面を有する少なくとも1つのダイノードの2次電子放出面を形成する工程を含むこと、を特徴とする電子管の製造方法を提供する。

【0049】

このように先に述べた本発明のアルカリ金属発生器を用いてダイノードの2次電子放出面を作製することにより、性能の再現性に優れた電子管を製造することができる。なお、この場合、先に述べた観点から電子管の光電面も本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いて製造することが好ましい。

【0050】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一または相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0051】

まず、本発明のアルカリ金属発生剤の好適な一実施形態について説明する。図1は、本発明のアルカリ金属発生剤の好適な一実施形態を示す斜視図である。

【0052】

先に述べたように、図1に示すアルカリ金属発生剤1は、光電面又は2次電子放出面の形成に使用されるアルカリ金属の供給源となるものである。そして、図1のアルカリ金属発生剤1の場合、全ての構成成分が圧縮成形により円柱状のペレットに成形されている。このようにペレットとすることにより、アルカリ金属発生剤1の取り扱い性が向上し、後述のアルカリ金属発生器に搭載する場合や、光電面、2次電子放出面、電子管を製造する際の作業が容易になる。

【0053】

次に、アルカリ金属発生剤1の構成成分について説明する。まず、アルカリ金属発生剤1に含有される酸化剤は、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとする少なくとも1種のタングステン酸塩からなるものである。このようなタングステン酸塩としては、下記式(1)で表現されるものが好ましい。なお、下記式

(1) 中、Rは、Na、K、Rb及びCsからなる群より選択される少なくとも1種の金属元素を示す。

$R_2WO_4 \cdots (1)$

【0054】

上記式(1)中のRで表されるアルカリ金属元素の陽イオンをカウンターカチオンとするタングステン酸塩(以下、「タングステン酸塩」という)を酸化剤として用いることにより、実用化されている光電面の材料に使用されているアルカリ金属をより安定的に発生させることができる。また、アルカリ金属発生剤1に含有される酸化剤の種類と各々の含有量は、製造すべき光電面又は製造するべき2次電子放出面の成分組成に合わせて適宜選択される。例えば、異なる種類のものを組み合わせ、それぞれ所定の割合で含有させてもよく、単一種類のもののみを含有させていてもよい。

【0055】

また、アルカリ金属発生剤1に含有される還元剤は、所定温度において上述の酸化剤との酸化還元反応を開始し、アルカリ金属イオンを還元するものである。このような還元剤としては、アルカリ金属を安定的に発生させることが可能であれば特に限定されないが、Si、Zr、Ti及びAlからなる群より選択される少なくとも1種であることが好ましい。上述のタングステン酸塩からなる酸化剤に対して、これらのSi、Zr、Ti及びAlをそれぞれ単独又は任意に組み合わせて還元剤として使用すること(例えば、SiとTiとの混合物を還元剤として使用すること)により、アルカリ金属をより安定的に発生させることができる。

【0056】

なお、この還元剤と上述の酸化剤との酸化還元反応を開始させる方法としては、アルカリ金属発生剤を所定の真空度に調節した雰囲気中で、酸化還元反応が進行し始める所定の温度にまで加熱する方法が挙げられる。ここで、「所定の真空度に調節した雰囲気」とは、雰囲気中の残留気体の分圧で表現した場合には $10^{-6} \sim 10^{-1} \text{Pa}$ 、好ましくは $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{Pa}$ である雰囲気を示す。

【0057】

また、アルカリ金属発生剤1中には上述の酸化剤及び還元剤の他の成分として

、例えば、W、 Al_2O_3 等が含有されていてもよい。

【0058】

次に、アルカリ金属発生剤1の製造方法の一例について説明する。アルカリ金属発生剤1の製造方法は酸化剤として上述のタングステン酸塩を使用すること以外は、酸化剤としてクロム酸塩を使用した従来のアルカリ金属発生剤と同様の技術により製造することができる。

【0059】

例えば、先ず、製造する光電面或いは2次電子放出面の成分組成に合わせて酸化剤となるタングステン酸塩の種類を選択し、準備する。

【0060】

次に、タングステン酸塩と還元剤（例えば、Si、Zr、Al等）を適量計量する（計量工程）。次に、これらを粉碎器（例えば、めのう鉢やボールミル等）に入れ、粉碎と混合を同時に行う（粉碎・混合工程）。なお、タングステン酸塩及び還元剤以外の成分を含有させる場合には、この工程においてその成分をタングステン酸塩及び還元剤とともに粉碎器に入れて混合及び粉碎を行いアルカリ金属発生剤1の粉末を得る。

【0061】

次に、アルカリ金属発生剤の粉末を粉体プレス機にてプレスして円柱状に成形し、ペレットとしてアルカリ金属発生剤1を得る（成形工程）。

【0062】

なお、このアルカリ金属発生剤1においては、圧縮成形により円柱状のペレットに成形されている場合について説明したが、本発明のアルカリ金属発生剤を圧縮成形する場合、その形状は特に限定されない。また、本発明のアルカリ金属発生剤は上述の実施形態のように圧縮成形されていてもよいが、全ての構成成分が粉体状であってもよい。例えば、上述のように成形する前の粉末をそのまま使用してもよく、一旦ペレット状に成形してから粉碎し粉末として使用してもよい。

【0063】

次に、本発明のアルカリ金属発生器の好適な実施形態について説明する。

図2は、本発明のアルカリ金属発生器の第1実施形態を示す斜視図である。ま

た、図3は、図2に示すアルカリ金属発生器2の断面図である。

【0064】

図2及び図3に示すアルカリ金属発生器2は、光電面又は2次電子放出面の形成に使用されるアルカリ金属を発生させるものである。そして、このアルカリ金属発生器2は、図1に示したアルカリ金属発生剤1と、アルカリ金属発生剤1を収容する金属製ケース20とから構成されている。

【0065】

更に、ケース20は、開口部を有しておりアルカリ金属発生剤1からなるペレットを収容する内部スペースが設けられた金属製の有底容器22と、有底容器22の開口部に溶接により接続されており該開口部全体を覆う金属製の蓋部材24とから構成されている。有底容器22の内部スペースは、アルカリ金属発生剤1からなるペレットよりも大きな容積を有し、好ましくは該ペレットに対して相似となる形状に形成される。また、有底容器22の開口部には環状の鍔部が設けられており、この鍔部と蓋部材24の縁部とが溶接されることになる。

【0066】

ここで、鍔部と蓋部材24の縁部の間には、有底容器22の内部スペースと有底容器22の外部とを連通させる未溶接部分（図示せず）が設けられており、この未溶接部分が、アルカリ金属発生剤1から発生するアルカリ金属の蒸気を光電面の形成部位又はダイノードの2次電子放出面の形成部位に向けて放出するための放出孔となる。

【0067】

なお、このアルカリ金属発生器2内に収容されたアルカリ金属発生剤1の酸化還元反応を開始させる方法としては、アルカリ金属発生剤1を先に述べた所定の真空度に調節した雰囲気中で、酸化還元反応が進行し始める所定の温度にまで加熱する方法が挙げられる。

【0068】

より具体的には、アルカリ金属の蒸気を発生させるための加熱手段（図示せず）を更に備えることが好ましい。このような加熱手段としては、上記の雰囲気中においてアルカリ金属発生剤1を加熱できる構成を有していれば特に限定されな

い。例えば、高周波加熱方式又は抵抗加熱方式に基づく構成を有していてもよい。しかし、アルカリ金属発生剤 1 を容易にかつ均一に加熱する観点から、加熱手段は、高周波加熱によりアルカリ金属発生剤 1 を加熱する構成を有していることが好ましい。

【0069】

高周波加熱方式によりアルカリ金属発生剤 1 を加熱する構成はアルカリ金属発生剤 1 を加熱してアルカリ金属の蒸気を発生させることのできる構成であれば特に限定されるものではなく、例えば、従来のクロム酸塩を酸化剤として含むアルカリ金属発生剤を高周波加熱方式により加熱する場合と同様の構成でもよい。例えば、アルカリ金属発生剤 1 を光電面及び／又はダイノードの 2 次電子放出面を形成するべき電子管内に予めマウントしておき、これを高周波加熱により加熱して電子管内にアルカリ金属の蒸気を発生させ、これを光電面及び／又はダイノードの 2 次電子放出面を形成するべき所定の部位に反応させてもよい。

【0070】

次に、アルカリ金属発生器 2 の製造方法について説明する。先ず、先に述べたようにアルカリ金属発生剤 1 を製造する。次に、このアルカリ金属発生剤 1 の形状及び体積に合わせて有底容器 22 と蓋部材 24 を作製する。つぎに、有底容器 22 中にアルカリ金属発生剤 1 を收容し、蓋部材 24 により有底容器 22 の開口部全体を塞ぎ、先に述べた条件で蓋部材 24 と有底容器 22 と溶接する。有底容器 22 と蓋部材 24 の作製方法及び有底容器 22 と蓋部材 24 の溶接方法は特に限定されず、例えば、公知の技術により行うことができる。

【0071】

なお、このアルカリ金属発生器 2 においては、ペレットに成形したアルカリ金属発生剤 1 を搭載する場合について説明したが、アルカリ金属発生器 2 と同様のケース 20 内にアルカリ金属発生剤 1 を形成する前の粉体状のアルカリ金属発生剤或いは、アルカリ金属発生剤 1 を粉碎して得られる粉体状のアルカリ金属発生剤を充填したアルカリ金属発生器であってもよい。

【0072】

次に、本発明のアルカリ金属発生器の第 2 実施形態について説明する。図 4 は

本発明のアルカリ金属発生器の第2実施形態の基本構成を示す断面図である。図4に示すアルカリ金属発生器2は、図2及び図3に示したアルカリ金属発生器2と同様の構成を有する本体部2Aと、この本体部2Aを封入するガラス製アンプル32と、本体部2Aのケース20に接続された棒状の支持部材34とから構成されている。

【0073】

ガラス製アンプル32は筒状の形状を有しており、底面に対向する上面部分（以下、「先端部分」という）の内径が他の部分よりも小さくなるように形成されている。このアルカリ金属発生器3は、光電面及び／又はダイノードの2次電子放出面を形成する際に、光電面及び／又はダイノードの2次電子放出面を形成すべき電子管に接続される。その際、電子管内の光電面及び／又はダイノードの2次電子放出面を形成すべき部位の空間と、ガラス製アンプル32内の空間が連通するように接続される。すなわち、ガラス製アンプル32は光電面及び／又は2次電子放出面の形成時に開封されるものである。

【0074】

また、支持部材34は、ガラス製アンプル一端の側の部分をケース20の蓋部材24の外面に接続されており、他端の側はガラス製アンプル32に設けられた孔h32を通じて外部に突出している。この支持部材34は、アンプル32内が気密状態となるように孔h32の内面に密着されている。

【0075】

例えば、高周波電流を発生させることが可能な通電装置と、これに接続された高周波電流を通ずることのできるコイル（誘導炉）とから高周波加熱手段（図示せず）を構成し、該コイルをガラス製アンプル32の外部から本体部2Aを囲むようにして配置し、加熱することによりアルカリ金属発生器3からアルカリ金属の蒸気を発生させはじめることができる。

【0076】

次に、アルカリ金属発生器3の製造方法について説明する。先ず、先に述べたようにアルカリ金属発生剤1を製造し、アルカリ金属発生器2と同様の方法で本体部2Aを製造する。次に、本体部2Aに支持部材34を溶接する。次に、支持

部材 34 を一体化させた本体部 2A を、ガラス管内に挿入し封入する。本体部 2A と支持部材 34 の溶接方法及びこれらのガラス管内への封入方法は特に限定されず、例えば、公知の技術により行うことができる。

【0077】

次に、本発明のアルカリ金属発生器の第 3 実施形態について説明する。

図 5 は、本発明のアルカリ金属発生器の第 3 実施形態の基本構成を示す断面図である。図 5 に示すアルカリ金属発生器 4 は、粉体状或いはペレットに成形されたアルカリ金属発生剤 1A と、アルカリ金属発生剤 1A を収容する金属製（例えば、Ni 製）ケース 20A とから構成されている。このアルカリ金属発生剤 1A は、図 1 に示したアルカリ金属発生剤 1 と同様の組成を有している。

【0078】

また、このケース 20A は、アルカリ金属発生剤 1 を収容する内部スペースが設けられた金属製パイプからなる。そして、ケース 20A の両端の開口部付近の縁部分は、内部スペースからアルカリ金属発生剤 1A が漏れ出ないように、例えば、たがね等によりたたかれる等してかしめられている。但し、ケース 20A のかしめられた縁部分には、内部スペースとケース 20A の外部とを連通させる未接触部分（図示せず）が設けられており、この未接触部分が、アルカリ金属発生剤 1A から発生するアルカリ金属の蒸気を光電面又は 2 次電子放出面の形成部位に向けて放出するための放出孔となる。なお、この放出孔の大きさは、内部スペースからアルカリ金属発生剤 1A が漏れでない程度に調節されている。

【0079】

また、このアルカリ金属発生器 4 の場合も、先に述べたアルカリ金属発生器 2 及び 3 と同様にして加熱することにより、アルカリ金属の蒸気を発生させることができる。

【0080】

次に、アルカリ金属発生器 4 の製造方法について説明する。先ず、先に述べたようにアルカリ金属発生剤 1A を製造し、これを金属製ケース（金属パイプ）20A 内に充填し、金属製ケース 20A の両端の開口部をかしめることにより製造することができる。金属製ケース 20A の両端の開口部をかしめる方法は特に限

定されず、例えば、公知の技術により行うことができる。

【0081】

次に、本発明のアルカリ金属発生器の第4実施形態について説明する。

図6は本発明のアルカリ金属発生器の第4実施形態の基本構成を示す断面図である。図6に示すアルカリ金属発生器5は、図4に示したアルカリ金属発生器4と同様の構成を有する本体部4Aと、この本体部4Aを封入するガラス製アンプル52とから構成されている。このガラス製アンプル52は、図4に示したガラス製アンプル32と同様の形状を有している。また、ガラス製アンプル52の底面に対向する先端部分の内径は、本体部4Aを内部に閉じ込めることが可能な大きさに調節されている。

【0082】

このアルカリ金属発生器5も、光電面及び／又はダイノードの2次電子放出面を形成する際に、図4に示したアルカリ金属発生器4と同様にして光電面及び／又はダイノードの2次電子放出面を形成すべき電子管に接続される。その際、電子管内の光電面及び／又はダイノードの2次電子放出面を形成すべき部位の空間と、ガラス製アンプル52内の空間が連通するように接続される。

【0083】

また、このアルカリ金属発生器5の場合も、先に述べたアルカリ金属発生器2及び3と同様にして加熱することにより、アルカリ金属の蒸気を発生させることができる。

【0084】

次に、アルカリ金属発生器5の製造方法について説明する。まず、先に述べたようにアルカリ金属発生剤1Aを製造する。次に、アルカリ金属発生器4と同様にして本体部4Aを製造する。次に、本体部4Aを、ガラス管内に挿入し封入する。本体部4Aのガラス管内への封入方法は特に限定されず、例えば、公知の技術により行うことができる。

【0085】

次に、本発明のアルカリ金属発生器の第5実施形態について説明する。

図7は本発明のアルカリ金属発生器の第5実施形態の基本構成を示す断面図で

ある。図 7 に示すアルカリ金属発生器 6 は、主として、粉体状或いはペレットに成形されたアルカリ金属発生剤 1 B と、アルカリ金属発生剤 1 A を収容する金属製ケース 20 B と、この金属製ケース 20 B の所定の位置に配置された 2 つの電極 64 と、2 つの電極 64 にそれぞれ電氣的に接続されており一方の電極 64 から他方の電極 64 にかけて電流を流すための電源を有する通電装置 68 とから構成されている。

【0086】

このアルカリ金属発生剤 1 B は、図 1 に示したアルカリ金属発生剤 1 と同様の組成を有している。また、このケース 20 B は、アルカリ金属発生剤 1 を収容する内部スペースが設けられた金属製パイプ 62 と、金属製パイプ 62 の両端の開口部を塞ぐ 2 つの金属製の蓋部材 63 とから構成されている。そして、2 つの電極 64 は 2 つの金属製の蓋部材 63 にそれぞれ 1 つずつ接続されている。また、通電装置 68 は、2 つの電極 64 のそれぞれと導線 66 を介して電氣的に接続されている。

【0087】

更に、金属製パイプ 62 の側面には、内部スペースとケース 20 B の外部とを連通させる放出孔（図示せず）が設けられている。この放出孔により、アルカリ金属発生剤 1 A から発生するアルカリ金属の蒸気を光電面又は 2 次電子放出面の形成部位に向けて放出することができる。なお、この放出孔の大きさは、内部スペースからアルカリ金属発生剤 1 B が漏れでない程度に調節されている。また、この放出孔は上記の大きさを有していれば形状は特に限定されず、例えば、スリット状であってもよい。

【0088】

このアルカリ金属発生器 6 の場合、通電装置 68 により抵抗加熱方式に基づいてアルカリ金属発生剤 1 B を加熱することができる。例えば数アンペアの電流を金属製ケース 20 B に流すと、金属製ケース 20 B 中に発生するジュール熱によりアルカリ金属発生剤 1 B が加熱されて、アルカリ金属の蒸気を発生させることができる。

【0089】

次に、アルカリ金属発生器 6 の製造方法について説明する。先ず、先に述べたアルカリ金属発生剤 1 と同様の方法でアルカリ金属発生剤 1 B を製造する。次に、アルカリ金属発生剤 1 B を金属製パイプ 6 2 内に充填する。次に、金属製パイプ 6 2 の両端の開口部の全体に蓋部材 6 3 を溶接することによりそれぞれ塞ぐ。次に、2 つの蓋部材 6 3 に電極 6 4 をそれぞれ接続し、各電極 6 4 を通電装置 6 8 に接続し、アルカリ金属発生器 6 を得る。

【0090】

次に、本発明の光電面、2 次電子放出面及び電子管の好適な実施形態について説明する。

【0091】

先ず、本発明の電子管の第 1 実施形態について説明する。図 8 は、本発明の電子管の第 1 実施形態としての光電子増倍管の基本構成を示す説明図である。図 8 に示す光電子増倍管 7 は、透過型光電面を有するヘッドオン型光電子増倍管（より詳しくは図 8 に示す光電子増倍管 7 の場合、電子増倍部はラインフォーカス型）の構成を有しており、主として、光電面 C 7 と、この光電面 C 7 から放出される光電子 e_1 を入射させるとともに、該光電子 e_1 の衝突を利用して 2 次電子 e_2 を放出する 2 次電子放出面 F D 7 を有するダイノード D 7 1 ~ D 7 9 を有する電子増倍部 D 7 と、光電面 C 7 と電子増倍部 D 7 2 との間に配置されており光電面 C 7 から放出される光電子 e_1 を集束して電子増倍部 D 7 に導くための集束電極 E 7 と、増倍された 2 次電子 e_2 を収集し外部に電流として取り出すための陽極 A 7 と、これらの各電極を収容するための筒状（例えば、円筒状）のガラス側管 7 2（例えば、コバルガラス、UV ガラスなど、また、コバル金属、ステンレス等の金属製材料を用いても良い）と、各電極の電位を調節する電圧印加部（図示せず）とから構成されている。

【0092】

光電面 C 7 は、主として、基板 C 7 1 と、基板 C 7 1 上に隣接して形成されており、入射光 L 1 を光電変換して光電子 e_1 を放出する膜状の光電子放出材料（例えば金属間化合物、化合物半導体）からなる層 C 7 2（以下、「光電子放出材料層 C 7 2」という）とから構成されている。

【0093】

この光電面C7は、側管72の一方の開口部72aに固定されている。すなわち、側管72の一方の開口部72aに利用すべき光を透過することのできる基板（面板）C71（例えば、ガラス製基板）がその受光面FC71を外側に向けて融着固定される。また、この基板C71の受光面FC71と反対側の内表面（裏面）には、光電子放出材料層C72が形成されている。

【0094】

そして、光電子放出材料層C72には、先に述べたアルカリ金属発生剤及びこれを搭載したアルカリ金属発生器のうちの何れかから発生するアルカリ金属が含まれている。ここで、光電子放出材料層C72としてはアルカリ金属を構成材料とする金属間化合物（化合物半導体）、或いは、アルカリ金属で活性化処理された化合物半導体がある。例えば、Sb-Cs、Sb-Rb-Cs、Sb-K-Cs、Sb-Na-K、Sb-Na-K-Cs、GaAs(Cs)、InGaAs(Cs)、InP/InGaAsP(Cs)、InP/InGaAs(Cs)等が挙げられる。なお、上記の例示において、例えば、GaAs(Cs)中における「(Cs)」とは、GaAsをCsにより活性化処理したものを示す。以下、InP/InGaAsP(Cs)及びInP/InGaAs(Cs)中の「(Cs)」も同義である。また、Cs-TeやAg-O-Csのような光電子放出材料でも良い。

【0095】

この光電子放出材料層C72は、アンチモンや化合物半導体などのアルカリ金属と反応する光電子放出材料の構成材料を基板C71の裏面上に形成し、次いで、アルカリ金属の蒸気を反応させることで得られる。

【0096】

また、側管72の他方の開口部72bには、ガラス製（例えばコバルガラスやUVガラスなど、また、コバル金属、ステンレス等の金属製材料を用いても良い）のステム板78が溶接固定されている。このように、側管72と光電面C7とステム板78とによって密封容器79が構成される。

【0097】

更に、ステム板4の中央には排気管73が固定されている。この排気管73は、光電子増倍管7の組立て作業終了後、密封容器79の内部を真空ポンプ（図示せず）によって排気して真空状態にするのに利用されると共に、光電子放出材料層C72の形成時にアルカリ金属の蒸気を密封容器79内に導入させる管としても利用される。

【0098】

電子増倍部D7は、それぞれ複数の板状のダイノードを有する第1ダイノードD71～第9ダイノードD79から構成されている。第1ダイノードD71～第9ダイノードD79のそれぞれを構成するダイノードは、基板（図示せず）と、基板上に隣接して配置されており入射する光電子e1を利用して2次電子e2を放出する2次電子放出面FD7を有する膜状の2次電子放出材料からなる層（図示せず）とから構成されている。なお、以下、2次電子放出材料からなる層を「2次電子放出材料層」という。

【0099】

そして、第1ダイノードD71～第9ダイノードD79のそれぞれは、例えば、密封容器79を貫通するように設けられたステムピン75（例えば、コバール金属製）によって密封容器79内で支持され、各ステムピン75の先端は第1ダイノードD71～第9ダイノードD79と電氣的に接続されている。また、密封容器79には、各ステムピン75を貫通させるためのピン孔（図示せず）が設けられ、例えば、各ピン孔には、ハーメチックシールとして利用されるタブレット（例えば、コバールガラス製）が充填され、各ステムピン75は、タブレットを介して密封容器79に固定される。更に、なお、各ステムピン75には、第1ダイノードD71～第9ダイノードD79用のものとアノードA7用のものがある。

【0100】

この電子増倍部D7の場合、各ダイノードの2次電子放出材料層の2次電子放出材料には、先に述べたアルカリ金属発生剤及びこれを搭載したアルカリ金属発生器のうちの何れかから発生するアルカリ金属が含まれている。ここで、2次電子放出材料層中の2次電子放出材料はアルカリ金属を構成材料とする材料、或い

は、アルカリ金属で活性化処理された材料であれば特に限定されない。例えば、アルカリ金属の何れかと Sb との金属間化合物（化合物半導体）等が挙げられる。

【0101】

更に、電子増倍部 D 7 とステム板 7 8 との間には、ステムピン 7 5 に固定された陽極 A 7 が配置されている。また、電子増倍部 D 7 と光電面 C 7 との間には集束電極 E 7 が配置されている。この集束電極 E 7 には、集束された光電子 e 1 流を電子増倍部 D 7 に向けて放出するための開口部が形成されている。

【0102】

そして、第 1 ダイノード D 7 1 ～第 9 ダイノード D 7 9 と陽極 A 7 にそれぞれ接続されている各ステムピン 7 5 の他端は電圧印加部と電氣的に接続されており、これにより、第 1 ダイノード D 7 1 ～第 9 ダイノード D 7 9 及び陽極 A 7 には所定の電圧が供給され、光電面 C 7 と集束電極 E 7 とは同じ電位に設定され、第 1 ダイノード D 7 1 ～第 9 ダイノード D 7 9 と陽極 A 7 は、上段から順に高電位となるように電位設定がなされている。

【0103】

従って、光電面 C 7 の受光面 F C 7 1 に入射した光 L 1 は、光電子 e 1 に変換され、内面 F C 7 2 から放出される。そして、光電子 e 1 は電子増倍部 D 7 に入射し、第 1 ダイノード D 7 1 ～第 9 ダイノード D 7 9 で多段増倍されて、陽極 A 7 に入射し、陽極 A 7 から電流が送出されることになる。

【0104】

次に、光電子増倍管 7 の製造方法（本発明の光電面の製造方法、本発明の 2 次電子放出面の製造方法及び本発明の電子管の製造方法の好適な一実施形態）について説明する。光電子増倍管 7 を製造する方法は、本発明のアルカリ金属発生剤或いはアルカリ金属発生器を用いて光電面 C 7 及び第 1 ダイノード D 7 1 ～第 9 ダイノード D 7 9 を形成すること以外の条件及び手順は特に限定されるものではなく、公知の技術により製造することができる。

【0105】

例えば、先ず、加熱により、側管 7 2 と基板 C 7 1 とを一体化させる（もしくは

は、側管と基板が一体に形成されたガラスバルブを用いても良い)。なお、この段階では、光電面 C 7 の基板 C 7 1 上には光電子放出材料層 C 7 2 は未形成のままの状態 (アルカリ活性化が行われていない状態) となっている。

【0106】

次に、ステム板 7 8 を貫通するリードピン 7 5 上に陽極 A 7、集束電極 E 7 及び電子増倍部 D 7 を組み付け、側管 7 2 の開口部 7 2 b 側から挿入する。なお、この段階では、電子増倍部 D 7 内のダイノードとなる基板 7 上には 2 次電子面は未形成のままの状態 (アルカリ活性化が行われていない状態) となっている。次に、基板 C 7 1 と同様にしてステム板 7 8 と側管 7 2 とを一体化し、密封容器 7 9 を得る。

【0107】

次に、図 6 に示したアルカリ金属発生器 5 を用いて光電子増倍管 7 の光電面 C 7 及び第 1 ダイノード D 7 1 ~ 第 9 ダイノード D 7 9 を形成する場合の一例について説明する。図 9 は、図 6 に示したアルカリ金属発生器 5 を用いて光電子増倍管 7 の光電面 C 7 及び第 1 ダイノード D 7 1 ~ 第 9 ダイノード D 7 9 を形成する工程における構成を示す説明図である。なお、図 9 において、光電子増倍管 7 の詳細な内部構成は省略されている。

【0108】

先ず、アルカリ金属と反応する光電子放出材料層 C 7 2 の構成材料からなる層を基板 C 7 1 上に予め形成する。また、アルカリ金属と反応する 2 次電子放出材料層の構成材料からなる層をダイノード D 7 の各々の基板上に予め形成する。例えば、蒸着源 (S b 等のアルカリ金属以外の光電子放出材料層 C 7 2 の構成材料、或いは、アルカリ金属以外の 2 次電子放出材料層の構成材料からなる蒸着源) を予め密封容器 7 9 内に搭載しておく。

【0109】

次に、真空ポンプを作動して、密封容器 7 9 の内部を所定の真空状態 (密封容器 7 9 の残留ガスの全圧が、例えば、 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ Pa}$) に保持する。次に、蒸着源に通電するか又は高周波加熱を行うことにより加熱して蒸着源を構成する蒸着物質を蒸発させる。その後、密封容器 7 9 を電気炉等に入れて所定の温度に

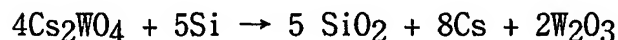
保持し、蒸着物質を基板 C 7 1 又はダイノード D 7 の各々の基板上に蒸着させる。なお、予め別の蒸着装置を用いて、蒸着物質を基板 C 7 1 又はダイノード D 7 の各々の基板上に蒸着させておいてもよい。

【0110】

次に、排気管 7 3 に開口部を形成して外部に開放する。次に、図 9 に示すように、別途用意した有底のガラス管 7 6 の底部付近にアンプル 5 2 の先端を開放した状態のアルカリ金属発生器 5 を配置させたものを準備し、ガラス管 7 6 の開口部と、排気管 7 3 の開口部とを気密状態で接続する。なお、ガラス管 7 6 の側面には別の開口部が設けられており、真空ポンプ（図示せず）に接続されたガラス管 7 7 の開口部と気密に接続する。次に、真空ポンプを作動して、排気管 7 3 を介して密封容器 7 9 の内部を所定の真空状態（密封容器 7 9 の残留ガスの全圧が、例えば、 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ Pa}$ ）に保持する。

【0111】

次に、先に述べた高周波加熱手段によりアルカリ金属発生器 5 を加熱してアルカリ金属発生器 5 内のアルカリ金属発生剤 1 A の酸化剤（アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするタングステン酸塩）と還元剤との酸化還元反応を進行させ、アルカリ金属の蒸気を発生させる。例えば、酸化剤として Cs_2WO_4 を用い、還元剤として Si を用いた場合、例えば、下記式で表される酸化還元反応が進行し、Cs の蒸気を発生させることができる。



【0112】

このとき、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするタングステン酸塩は、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするクロム酸塩よりも酸化力が弱く、還元剤との酸化還元反応がクロム酸塩の場合に比べて緩やかに進行するため、アルカリ金属発生剤 1 A 自体若しくはこれを収容しているケース 20 A を爆ぜさせることなくアルカリ金属の蒸気を安定的に発生させることができる。

【0113】

そのため、高周波加熱手段により酸化反応の進行を一度開始させた後は、排気管 7 3 を加熱することにより反応温度の調節を行うことが容易にできる。そして

、アンプル 52 の先端部分に Cs 蒸気を誘導し該先端部分に Cs の蒸気或いは Cs の液体を集める。次に、密封容器 79 の部分を電気炉内に入れて、所定の温度（例えば 200℃）に保つ。そして、アルカリ金属発生器 5 を密封容器 79 の側に移動させ、アルカリ金属発生器 5 のアンプル 52 の先端部分を密封容器 79 内に挿入する。

【0114】

これにより、アンプル 52 の先端部分を電気炉内で所定の温度に保持させ、該先端部分から Cs 等のアルカリ金属の蒸気を安定的に放出させることができる。そのため、従来のクロム酸塩を用いて製造した光電面及びダイノードに匹敵する性能を有する光電面 C7 及び第 1 ダイノード D71～第 9 ダイノード D79 を容易にかつ再現性よく製造できる。

【0115】

このようにしてアンプル 52 の先端部分から密封容器 79 内に安定的に放出された Cs 等のアルカリ金属の蒸気は、光電面 C7 のアルカリ金属と反応して光電子放出材料層 C72 を形成するための原型となる層或いは第 1 ダイノード D71～第 9 ダイノード D79 のアルカリ金属と反応して 2 次電子放出材料層を形成するための原型となる層と反応し、光電子放出材料或いは 2 次電子放出材料を生成する。そして、十分な分光感度特性を有する光電子放出材料層 C72 或いは十分な増倍効率を有する 2 次電子放出面 FD7 が形成される。

【0116】

次に、アルカリ金属発生器 5 の先端を密封容器 79 から取り出し、ガラス管 76 の底部の側に移動する。そして、ガラス管 76 を排気管 73 から切り離す。

【0117】

以上の作業を使用するアルカリ金属発生剤毎に繰り返して、基板 C71 上に所定の化学組成を有する光電子放出材料層 C72 を形成し、ダイノードの基板上に所定の化学組成を有する 2 次電子放出材料層を形成する。最後のアルカリ金属発生器 5 を使用した後は、光電子増倍管 7 内を所定の温度に保持して真空ポンプを作動させ、十分に光電子増倍管 7 内の残留ガスを除去する。これにより、光電子増倍管 7 内の光電子放出材料又は 2 次電子放出材料以外の部位に物理吸着した

、アルカリ金属或いはその他の蒸着源から発生したガスを除去する。その後、密封容器 79 の排気管 73 の開口部を封止する。これにより、十分な光電変換特性を有する光電子増倍管 7 を得ることができる。

【0118】

次に、本発明の電子管の第 2 実施形態について説明する。図 10 は、本発明の電子管の第 2 実施形態としての光電子増倍管の基本構成を示す説明図である。図 10 は、図 8 に示した光電子増倍管 7 の別の実施形態の基本構成を示すものである。

【0119】

図 10 に示す光電子増倍管 7A は、主として、光電面、集束電極、複数のダイノードから構成された電子増倍部及び陽極（何れも図示せず）からなる電極部 71 と、電極部 71 に固定されたアルカリ金属発生器 2 と、電極部 71 とアルカリ金属発生器 2 を収容する外形が略円柱状のガラス製容器 79A と、電極部 71 の各電極にそれぞれ電氣的に接続されたステムピン 75A とから構成されている。また、各ステムピン 75A は、図 8 に示した光電子増倍管 7 と同様に図示しない電圧印加部に接続されている。

【0120】

なお、アルカリ金属発生器 2 は図 2 及び図 3 に示したものと同様の構成を有するものである。また、アルカリ金属発生器 2 は電極部 71 の光電面及び電子増倍部のダイノードの形成に使用されるものである。このアルカリ金属発生器 2 は、金属製ワイヤ（図示せず）により電極部 71 に固定されている。また、図示したアルカリ金属発生器 2 は 1 つであるが、形成すべき光電面の化学組成、或いは、ダイノードの 2 次電子放出面の化学組成に応じて、異なる化学組成を有するアルカリ金属発生剤 1 を搭載した複数個のアルカリ金属発生器 2 を電極部 71 に固定してもよい。

【0121】

この光電子増倍管 7A は、入射光 L1（図示せず）を金属製の基板（図示せず）上に形成した反射型光電面を有するサイドオン型の光電子増倍管である。そのため、ガラス容器 79A を構成する円柱状の側管 72A が利用すべき光に対する

光透過性を有しており、電極部 71 内に配置された光電面の基板が例えば Ni などの金属製の基板からなる。そして、この光電子増倍管 7A は上記の電極部 71 及び該電極部 71 に固定されたアルカリ金属発生器 2 以外の構成は、例えば、公知のサイドオン型の光電子増倍管と同様の構成を有する。

【0122】

次に、光電子増倍管 7A の製造方法について説明する。まず、一方の底面が塞がった筒状のガラス製側管 72A の開口部に、リードピン 75A と当該リードピン 75A に固定された電極部 71 を有するガラス製ステム板 78A を固定する。その際に、アルカリ金属発生器 2 も電極部 71 に取り付ける。また、ステム板 78A に接続された排気管 73A を開放し、その開口部を真空ポンプの吸入口に接続する。

【0123】

このとき、予め光電面形成基板やダイノードの 2 次電子放出面にアルカリ金属と反応して金属間化合物を形成するための層（例えば、アンチモン層）を形成しておく。

【0124】

そして、上記の何れの場合においても、真空ポンプを作動させて、ガラス容器 79A 内を所定の真空状態に保持しながら、ガラス容器 79A の外部から先に述べた高周波加熱手段によりアルカリ金属発生器 2 或いは蒸着源を加熱することにより、光電面の光電子放出材料層及びダイノードの 2 次電子放出材料層を形成する。

【0125】

この光電子増倍管 7A 場合にも、高周波加熱手段によりアルカリ金属発生器 2 を加熱しても、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするタングステン酸塩は、還元剤との酸化還元反応がクロム酸塩の場合に比べて緩やかに進行するため、アルカリ金属発生剤 1 自体若しくはこれを収容しているケース 20 を爆ぜさせることなくアルカリ金属の蒸気を安定的に発生させることができる。また、ケース 20 をガラス容器 79A 内に残しても美観が損なわれない。

【0126】

高周波加熱手段により酸化反応の進行を一度開始させた後は、ガラス容器 7 9 A を所定の温度に保った電気炉内に入れて、温度管理することにより、アルカリ金属の蒸気を安定的に光電面の形成部位或いは 2 次電子放出面の形成部位に反応させることができる。アルカリ金属の蒸気は、光電面のアルカリ金属と反応して光電子放出材料層を形成するための原型となる層或いはダイノードのアルカリ金属と反応して 2 次電子放出材料層を形成するための原型となる層と反応し、光電子放出材料或いは 2 次電子放出材料を生成する。そして、十分な分光感度特性を有する光電面或いは十分な増倍効率を有する 2 次電子放出面が形成される。

【0127】

光電面或いは 2 次電子放出面の形成後には、光電子増倍管 7 A 内を所定の温度に保持して真空ポンプを作動させ、十分に光電子増倍管 7 A 内の残留ガスを除去する。これにより、光電子増倍管 7 内の光電子放出材料又は 2 次電子放出面以外の部位に物理吸着した、アルカリ金属或いはその他の蒸着源から発生したガスを除去する。その後、密封容器 7 9 の排気管 7 3 A の開口部を封止する。これにより、十分な光電変換特性を有する光電子増倍管 7 A を得ることができる。

【0128】

この光電子増倍管 7 A を形成する際に、アルカリ金属発生器 2 のかわりに図 4 に示したアルカリ金属発生器 3 や図 6 に示したアルカリ金属発生器 5 を使用してもよい。この場合には、先に述べた光電子増倍管 7 と同様の手順により製造することができる。

【0129】

以上、本発明の電子管が光電子増倍管の構成を有する場合について説明したが、本発明の電子管が光電子増倍管の構成を有する場合、光電面の光電子放出材料層及びダイノードの 2 次電子放出材料層の少なくとも一方に本発明のアルカリ金属発生剤又はこれを搭載したアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属の蒸気を用いて形成されていればよく、例えば、上記の実施形態（光電子増倍管 7 及び光電子増倍管 7 A）のように、光電面及びダイノードがともに本発明のアルカリ金属発生剤又はこれを搭載したアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属の蒸気を用いて形成されていてもよく、光電面の光電子放出材料層及びダイノード

ドの2次電子放出材料層のうちの何れか一方のみが本発明のアルカリ金属発生剤又はこれを搭載したアルカリ金属発生器から発生するアルカリ金属の蒸気を用いて形成されていてもよい。ただし、製造効率の観点からは前者の方が好ましい。

【0130】

また、本発明の電子管において、上記の実施形態（光電子増倍管7及び光電子増倍管7A）のようにダイノードを備える構成を有する場合、そのダイノードの形状は特に限定されるものではない。例えば、上述の実施形態においては、ダイノードD7としてラインフォーカス型ダイノードを搭載した場合について説明したが、ボックス型、ペネシアンブラインド型、メッシュ型、メタルチャンネルダイノード型等のダイノードを備えていてもよい。

【0131】

次に、本発明の電子管の第3実施形態について説明する。図11は、本発明の電子管の第3実施形態としての光電管の基本構成を示す説明図である。

【0132】

図11に示す光電管8は、図6に示した光電子増倍管7を構成する集束電極E7、電子増倍部D7を有していないこと以外は、光電子増倍管7と同様の構成を有している。この光電管8の光電面C7も先に述べた光電子増倍管7及び7Aの光電面C7と同様にして容易に製造することができる。そして得られた光電管8に関して十分な光電変換特性を得ることができる。

【0133】

次に、本発明の電子管の第4実施形態について説明する。図12は、本発明の電子管の第4実施形態としてのイメージ管（イメージインテンシファイア）の基本構成を示す説明図である。

【0134】

図12に示すインテンシファイア9は、光電面C7と、この光電面C7から放出される光電子e1を増倍するマイクロチャンネルプレートMCP、マイクロチャンネルプレートMCPから放出される電子e2を光に変換する蛍光面90を有している。また、排気管は側管72に設けた。なお、MCPはアルカリ金属発生剤によるアルカリ活性を行わない。また、MCPを有しない構成であってもよい。

【0135】

図12に示すイメージファイア9の場合、光電面C7は、光電子放出材料層C72（例えば、GaAs-CsO等の組成を有する光電面）において光学的な2次元情報を含む入射光L1を光電変換して光電子e1を内面FC72から放出する。そして、マイクロチャンネルプレートMCPは、電圧印加部74により光電面C7に対して高電位に保持されており、光電子e1を入射させるとともに、該光電子e1の衝突を利用して2次電子e2を放出する。マイクロチャンネルプレートMCPの光電子e1の入射面F91と2次電子出射面F92との間には、電圧印加部（図示せず）により例えば約1000Vの電圧がかかっており、数千～数万倍の電子増倍率が得られる。

【0136】

蛍光面90は、透明基板94と、該透明基板94上に形成された蛍光体層92と、該蛍光体層92の表面上に形成された電極75とから構成されている。この電極75は、増倍された2次電子e2を加速するためのものであり、電圧を印加するために所定の電位に調節されている。すなわち、この電極75もマイクロチャンネルプレートMCPの2次電子出射面F92電圧印加部74に対して高電位に保持されている。

【0137】

更に、蛍光体層92を構成する構成材料及び基板94を構成する構成材料は特に限定されず公知の材料を使用することができる。例えば、基板94として複数の光ファイバを束ねて形成した光ファイバプレートを使用し、光ファイバプレートと蛍光体層との間に金属薄膜を配置した構成としてもよい。

【0138】

このイメージインテンシファイア9の光電面C7も先に述べた光電子増倍管7及び7Aの光電面C7と同様にして容易に製造することができる。そして得られたイメージインテンシファイア9に関して十分な光電変換特性を得ることができる。

【0139】

次に、本発明の電子管の第5実施形態について説明する。図13は、本発明の電子管の第5実施形態としてのストリーク管の基本構成を示す説明図である。

【0140】

図13に示すストリーク管10においては、図8に示したものと同様の側管72の一方の開口部72aの側に、図8に示したものと同様の構成を有する光電面C7が配置されている。外部から入射する被測定光L1はこの光電面C7の光電子放出材料層C72において電子に変換される。

【0141】

また、側管72内において光電面C7の隣には、内面FC72から放出される光電子を加速させる平板状の加速電極11が配置されている。なお、加速電極11は、その電極面の法線と内面FC72の法線とが互いに略平行となるように配置されている。更に加速電極11の隣には、加速電極11により加速された1次電子を集束するため集束電極12が配置されている。集束電極12は一对の平板状の電極からなり、それぞれの電極面は互いに平行でありかつ内面FC72対して略垂直となるように配置されている。また、集束電極12の隣には、集束電極12により集束された1次電子が通過可能な連通孔H10が形成されており、電子を電氣的に引き寄せて連通孔H10内を通過させる円板状の陽極A10が配置されている。

【0142】

更に、陽極A10の隣には、陽極A10の連通孔H10内を通過する電子を高速で掃引するための偏向電極14が配置されている。この偏向電極14は互いに対向配置された一对の平板状の電極から構成されており、一对の電極の電極面の各法線は互いに平行であり、かつ、各法線は内面FC72の法線に対して垂直である。そして、一对の平板状の電極間には所定の偏向電圧が印加されており、連通孔H10内を通過して陽極A10から放出される1次電子を所定の方向に掃引することができる。

【0143】

また、偏向電極14の隣には、偏向電極14により掃引された電子を増倍するマイクロチャンネルプレートMCPを備えている。なお、このマイクロチャンネル

ルプレートMCPを備えていない構成であってよい。

【0144】

マイクロチャンネルプレートMCPの隣には、マイクロチャンネルプレートMCPから放出される電子を光に変換する蛍光面90が配置されている。この蛍光面90は図12示した蛍光面90と同様の構成を有している。そして、面板C71と、透明基板94と、側管72とにより密封容器19が構成されている。

【0145】

上述したストリーク管10において、被測定光L1をスリット板（図示せず）を介して光電面C7に入射させると、この被測定光は電子像に変換され、加速電極11で加速されるとともに、陽極A10に引き寄せられる。そして、この電子像は、陽極A10を通過して2枚の偏向電極14の間に入り込み、この偏向電極14の電極面の法線方向に平行な方向に高速で掃引される。電子を高速で掃引するのは、偏向電極14を通過する電子の数が、時間に対して高速で変化する被測定光の光強度の時間変化に対応して変化するからである。

【0146】

このように高速で掃引された電子は、マイクロチャンネルプレートMCPへ導かれて増倍され、マイクロチャンネルプレートMCPで増倍された電子は蛍光面90で光学像（ストリーク像とも呼ばれている）に変換される。このようにして、被測定光の強度の時間的変化が蛍光面90において強度の空間的变化に変換される。ストリーク管の動作時において、電子はその通過時刻と同期して掃引されているため、蛍光体電極90上に投影された光強度の空間的变化、すなわちストリーク像を解析することにより、その時間的变化を知ることができる。

【0147】

このストリーク管10の光電面も先に述べた光電子増倍管7及び7Aと同様に容易に製造することができる。そして得られたストリーク管10に関して十分な光電変換特性を得ることができる。

【0148】

【実施例】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明のについて更に詳しく説明するが、本

発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

【0149】

(実施例1)

以下に示すアルカリ金属発生剤を用いて形成した光電面（アンチモンセシウム光電面：Cs-Sb、基板材料はNi）と、以下に示すアルカリ金属発生剤を用いて形成した2次電子放出面（Cs-Sb）をそれぞれ搭載した以外は、市販のサイドオン型の光電子増倍管と同様の構成を有する光電子増倍管（図10と同様の構成を有するもの）を作製した。

【0150】

光電面を形成するためのアルカリ金属発生剤は、酸化剤としてタングステン酸塩（ Cs_2WO_4 ）と、還元剤としてSiとを含み、酸化剤と還元剤との質量比を酸化剤：還元剤＝1：2としたもの（図1に示したものと同様の形状を有するペレット状のもの）を調製した。また、2次電子放出面も光電面を形成するためのアルカリ金属発生剤を利用する。これらのアルカリ金属発生剤は、上記のタングステン酸塩の混合物を準備し、先に述べた計量工程、粉碎・混合工程、及び、成形工程を経て調製した。

【0151】

そして、これらのアルカリ金属発生剤を用いてそれぞれ図2及び図3に示した金属製ケース20に收容し、更に、この金属製ケース20を、図4に示したようにガラス製アンプル32内に收容して、アルカリ金属発生器3と同様の構成を有するアルカリ金属発生器を作製した。

【0152】

アルカリ金属発生器を用いた以外は、図9を用いて先に説明した光電子増倍管7の製造方法と同様の方法により、光電面及び2次電子放出面を作製し、光電子増倍管を得た。

【0153】

(比較例1)

市販のサイドオン型の光電子増倍管と同様の構成を有する光電子増倍管を実施例1と同様の方法により作製した。なお、この光電子増倍管に搭載された光電面

は、酸化剤としてクロム酸塩 (Cs_2CrO_4) と、還元剤として Si とを含む従来のアルカリ金属発生剤を用いて形成した光電面 (アンチモンセシウム光電面: Cs-Sb) である。

【0154】

[特性評価試験]

実施例 1 及び比較例 1 の光電子増倍管について、陰極出力 (S_k) [$\mu\text{A}/\text{lm}$]、陽極出力 (S_p) [$\mu\text{A}/\text{lm}$]、暗電流 (I_{db}) [nA] 及び After Pulse [%]、放射感度 [mA/W]、Life [%] (S_p の経時変化) の諸特性を測定した。その結果を、図 14、図 15、表 1 及び表 2 に示す。なお、上記の諸特性の測定は、「光電子増倍管—その基礎と応用—」(浜松ホトニクス株式会社 編集委員会 著) に記載の方法 (例えば、p. 34~39: 「光電面の基本特性」、p. 60~73: 「光電子増倍管の諸特性」等) に基づき実施した。

【0155】

また、図 15 に示す比較例 1 (市販の光電子増倍管) の Life 特性については、複数 (35 個) のサンプルについてデータを測定し、全データの平均値を示すプロフィール P2 と、全データの平均値 + σ (σ は標準偏差) を示すプロフィール P3 と、全データの平均値 - σ (σ は標準偏差) を示すプロフィール P4 をあわせて示した。

【0156】

【表 1】

	S_k $\mu\text{A}/\text{lm}$	S_p A/lm	I_{db} nA	After Pulse %
実施例 1	44.8	582	0.02	2.7
比較例 1	45.9	459	1.1	2.3

【0157】

【表 2】

	L i f e / %			
	24 h 経過後	96 h 経過後	240 h 経過後	500 h 経過後
実施例 1	98. 6	97. 9	94. 7	89. 7
比較例 1	95. 2	91. 0	82. 7	74. 4

【0158】

図 14 は、実施例 1 及び比較例 1 の光電子増倍管の放射感度特性を示すグラフである。図 14 に示した結果から明らかなように、実施例 1 の光電子増倍管は、従来の比較例 1 の光電子増倍管と同等の放射感度を有していることが確認された。

【0159】

また、表 2 に示すように、実施例 1 の光電子増倍管は、従来の比較例 1 の光電子増倍管と同等の L i f e 特性を有していることが確認された。なお、この L i f e 特性評価試験は、各光電子増倍管の動作電流（出力電流）を $100\mu A$ とし、光電面と陽極との間の印加電圧を $1000V$ として行った。なお、表 1 に記載の L i f e 特性（相対出力）値は、測定開始から 1 時間経過後の陽極出力（S p）の値を 100% とした相対値を示す。

【0160】

更に、図 15 に示すように、実施例 1 の光電子増倍管（図 15 に示す実施例 1 の L i f e 特性を示すプロフィール P 1 を参照、P 1 は 10 個のサンプルの平均値）は、比較例 1 の光電子増倍管と同等以上の L i f e 特性を示す相対出力（図 15 には「R e l a t i v e A n o d e C u r r e n t」と記載）を得ることができ、優れた特性の再現性を有していることが確認された。

【0161】

また、表 2 に示すように、実施例 1 の光電子増倍管は、従来の比較例 1 の光電子増倍管と同等の陰極出力、陽極出力、暗電流及び After Pulse 特性を有していることが確認された。なお、After Pulse 特性の測定は、LED（半導体レーザー）を使用して実施例 1 及び比較例 1 の光電子増倍管からパルス信号を出力させ、信号の出力後 $0.5 \sim 10\mu sec$ の間に発生する After Pulse に基づき算出した。

【0162】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとするタングステン酸塩と還元剤との酸化還元反応は、反応温度のみのコントロールにより容易に反応速度を制御できるので、所定の温度においてアルカリ金属を安定的に発生させることのできる光電面又は2次電子放出面形成用のアルカリ金属発生剤を提供することができる。また、このアルカリ金属発生剤を備えることによりアルカリ金属の発生速度を容易にコントロールできるアルカリ金属発生器を提供することができる。

また、本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いることにより十分な分光感度特性を有する光電面、十分な増倍効率を有する2次電子放出面、及び、十分な光学的特性と電気的特性とを併有する電子管を構成することができる。

更に、本発明のアルカリ金属発生剤又はアルカリ金属発生器を用いることにより、形成が容易でありかつ得られる性能の再現性に優れた光電面の製造方法、形成が容易でありかつ得られる性能の再現性に優れた2次電子放出面の製造方法、及び、得られる性能の再現性に優れた電子管の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のアルカリ金属発生剤の好適な一実施形態を示す斜視図である。

【図2】

本発明のアルカリ金属発生器の第1実施形態を示す斜視図である。

【図3】

図2に示すアルカリ金属発生器2の断面図である。

【図4】

本発明のアルカリ金属発生器の第2実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図5】

本発明のアルカリ金属発生器の第3実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図 6】

本発明のアルカリ金属発生器の第 4 実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図 7】

本発明のアルカリ金属発生器の第 5 実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図 8】

本発明の電子管の第 1 実施形態としての光電子増倍管の基本構成を示す説明図である。

【図 9】

図 6 に示したアルカリ金属発生器 5 を用いて光電子増倍管 7 の光電面 C 7 及び第 1 ダイノード D 7 1 ～第 9 ダイノード D 7 9 を形成する工程における構成を示す説明図である。

【図 1 0】

本発明の電子管の第 2 実施形態としての光電子増倍管の基本構成を示す説明図である。

【図 1 1】

本発明の電子管の第 3 実施形態としての光電管の基本構成を示す説明図である。

【図 1 2】

本発明の電子管の第 4 実施形態としてのイメージ管（イメージインテンシファイア）の基本構成を示す説明図である。

【図 1 3】

本発明の電子管の第 5 実施形態としてのストリーク管の基本構成を示す説明図である。

【図 1 4】

実施例 1 及び比較例 1 の光電子増倍管の放射感度特性を示すグラフである。

【図 1 5】

実施例 1 及び比較例 1 の光電子増倍管の L i f e 特性を示すグラフである。

【符号の説明】

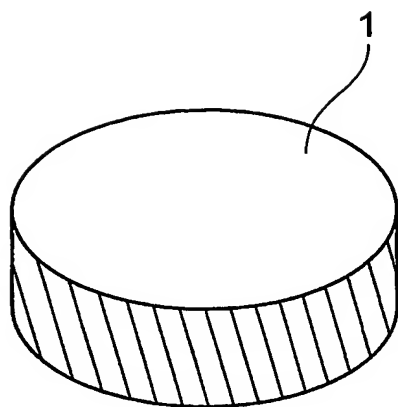
1, 1 A, 1 B・・・アルカリ金属発生剤、2・・・アルカリ金属発生器、2 A・・・

本体部、3…アルカリ金属発生器、4…アルカリ金属発生器、4A…本体部、5…アルカリ金属発生器、6…アルカリ金属発生器、7, 7A…光電子増倍管、8…光電管、9…イメージインテンシファイア、10…ストリーク管、11…加速電極、12…集束電極、14…偏向電極、19…密封容器、20, 20A, 20B…金属製ケース、22…有底容器、24…蓋部材、32…アンプル、34…支持部材、52…アンプル、62…金属製パイプ、63…蓋部材、64…電極、66…導線、68…通電装置、71…電極部、72, 72A…側管、72a, 72b…開口部、73, 73A…排気管、75, 75A…ステムピン、76…ガラス管、77…ガラス管、78…ステム板、78B…上蓋板、78A…ガラス製ステム板、79A…ガラス製容器、79…密封容器、90…蛍光面、92…蛍光体層、94…透明基板、A10…陽極、A7…陽極、C7…光電面、C71…基板、C72…光電子放出材料層、D7…電子増倍部、D71～D79…ダイノード、D9…電子増倍部、e1…1次電子、e2…2次電子、E7…集束電極、FC71…受光面、FC72…光電面C7の内面、FD7…2次電子放出面、F91…入射面、F92…2次電子出射面、H10…連通孔、h32…孔、L1…入射光（被測定光）。

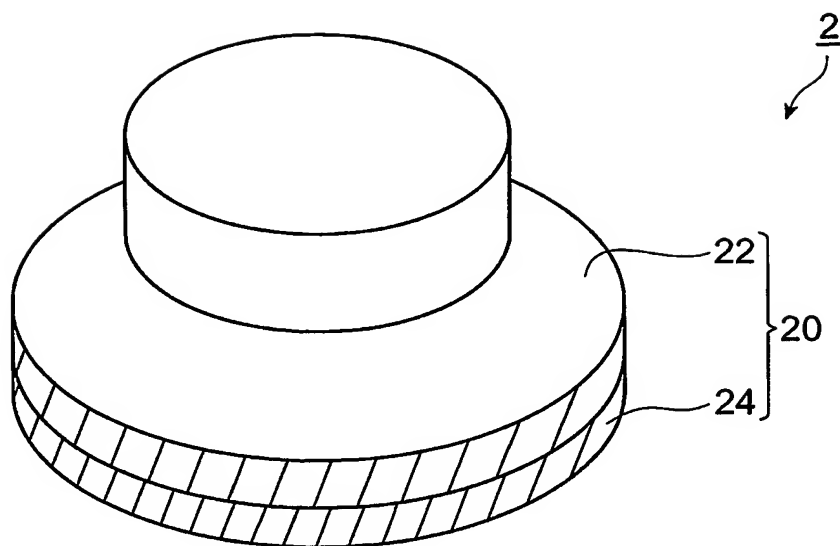
【書類名】

図面

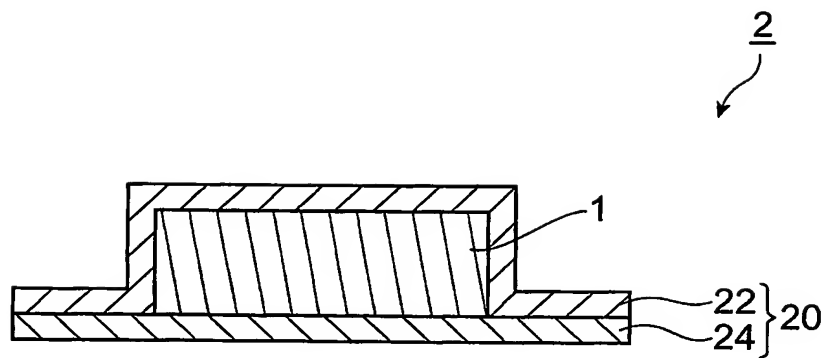
【図 1】



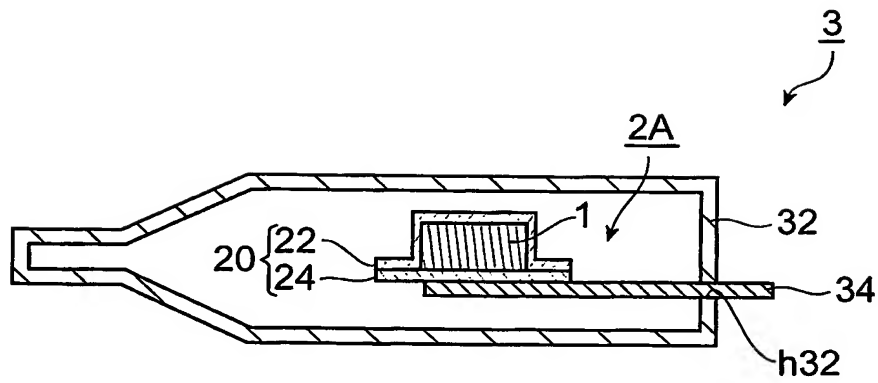
【図 2】



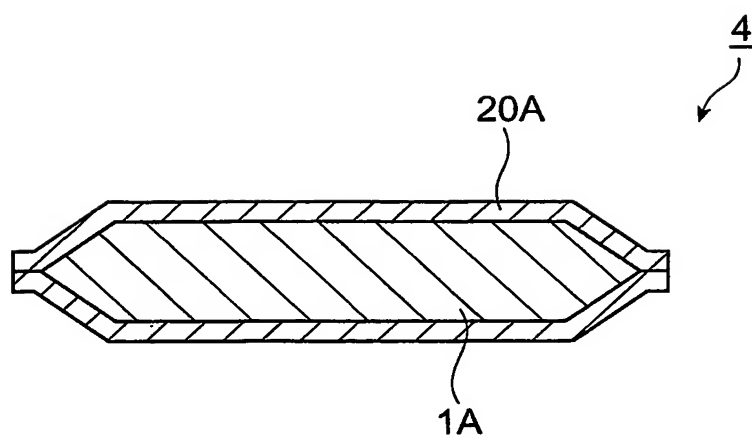
【図 3】



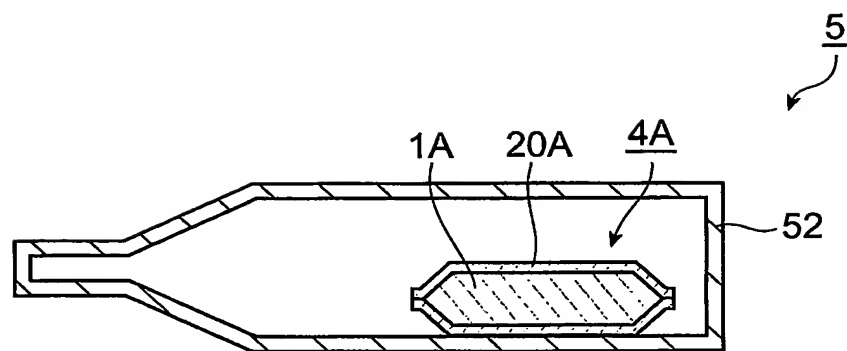
【図 4】



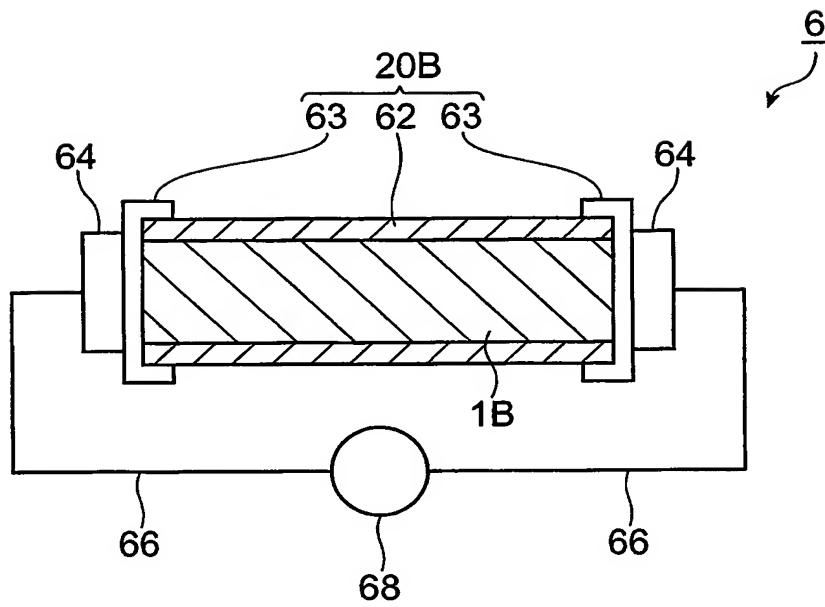
【図 5】



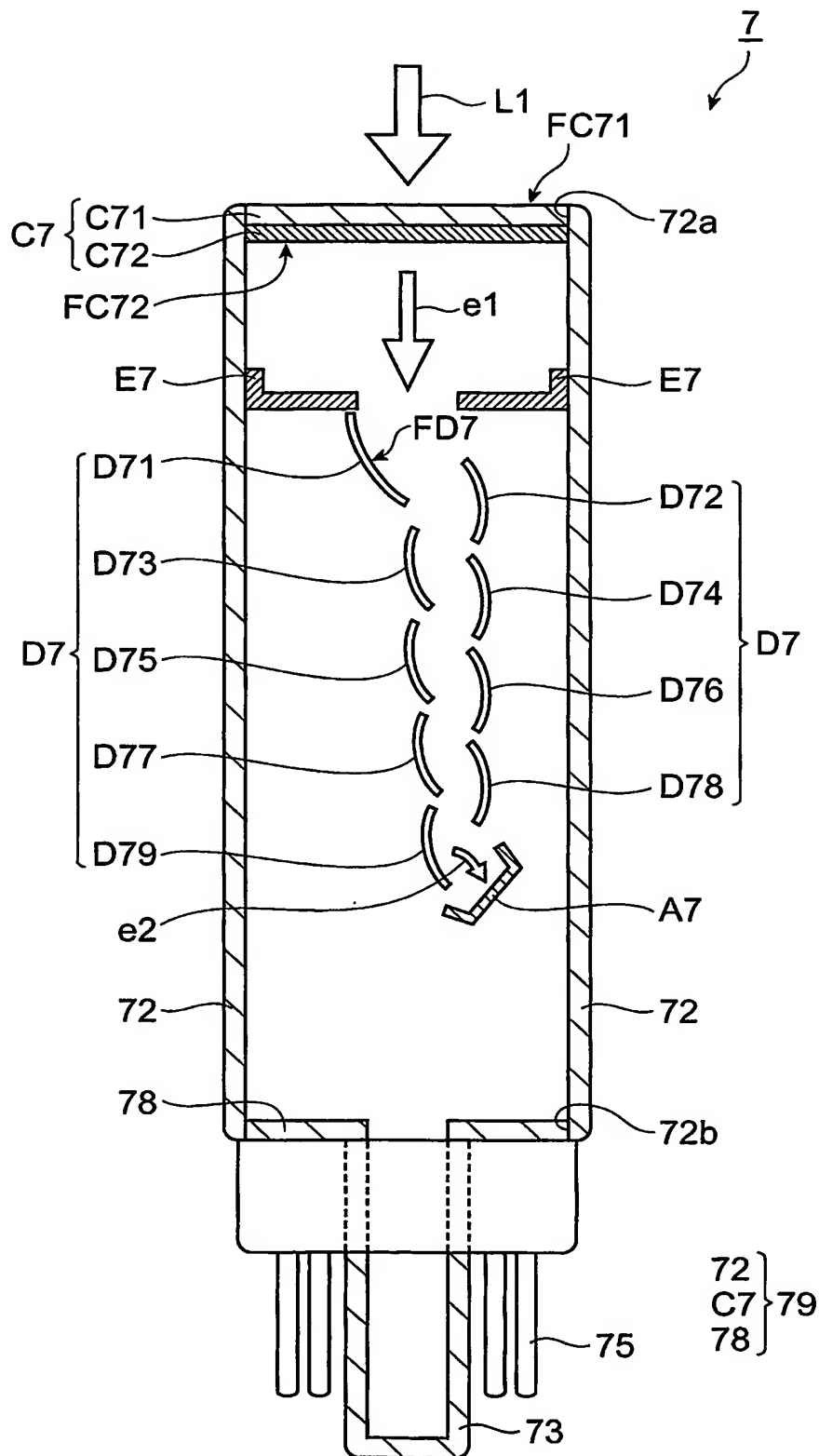
【図 6】



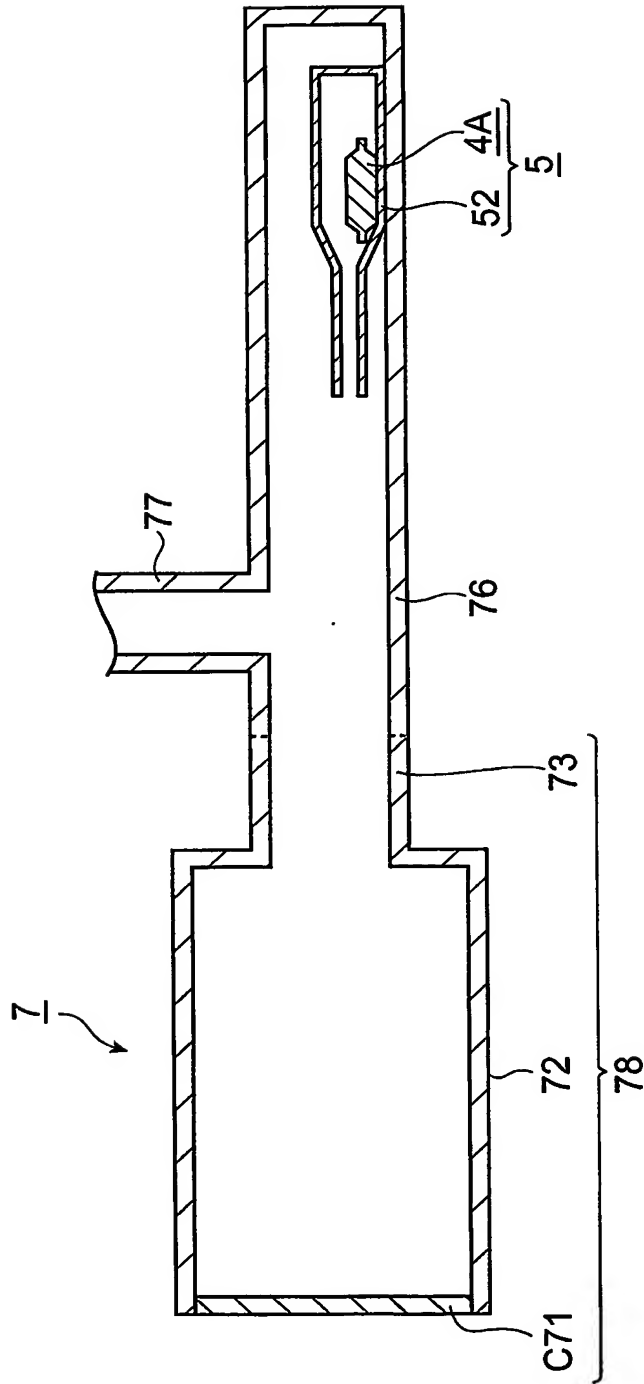
【図 7】



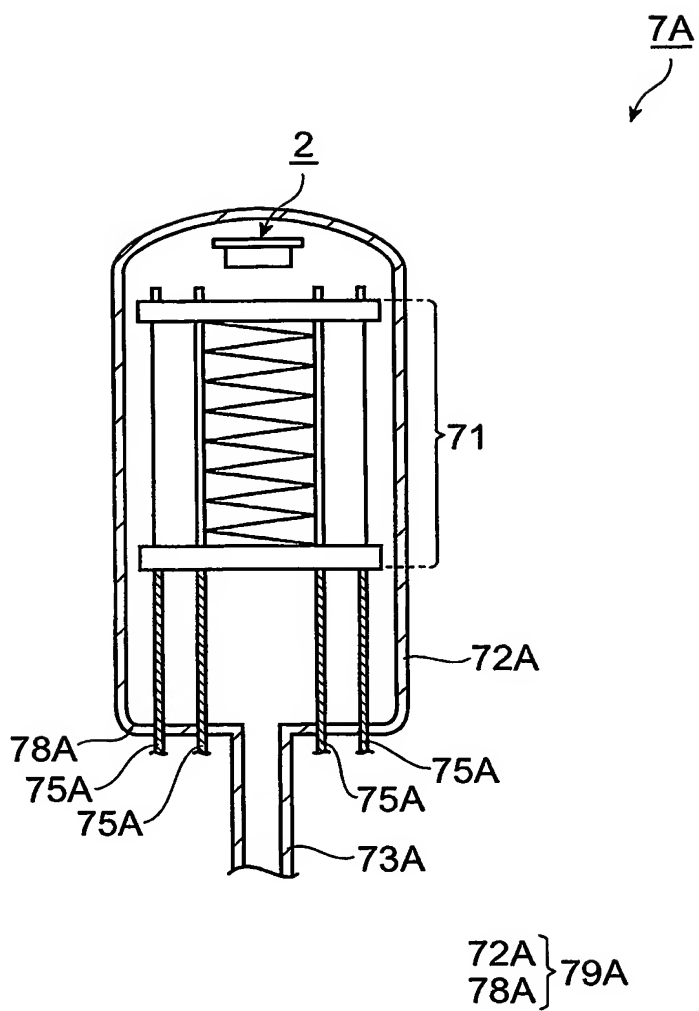
【図 8】



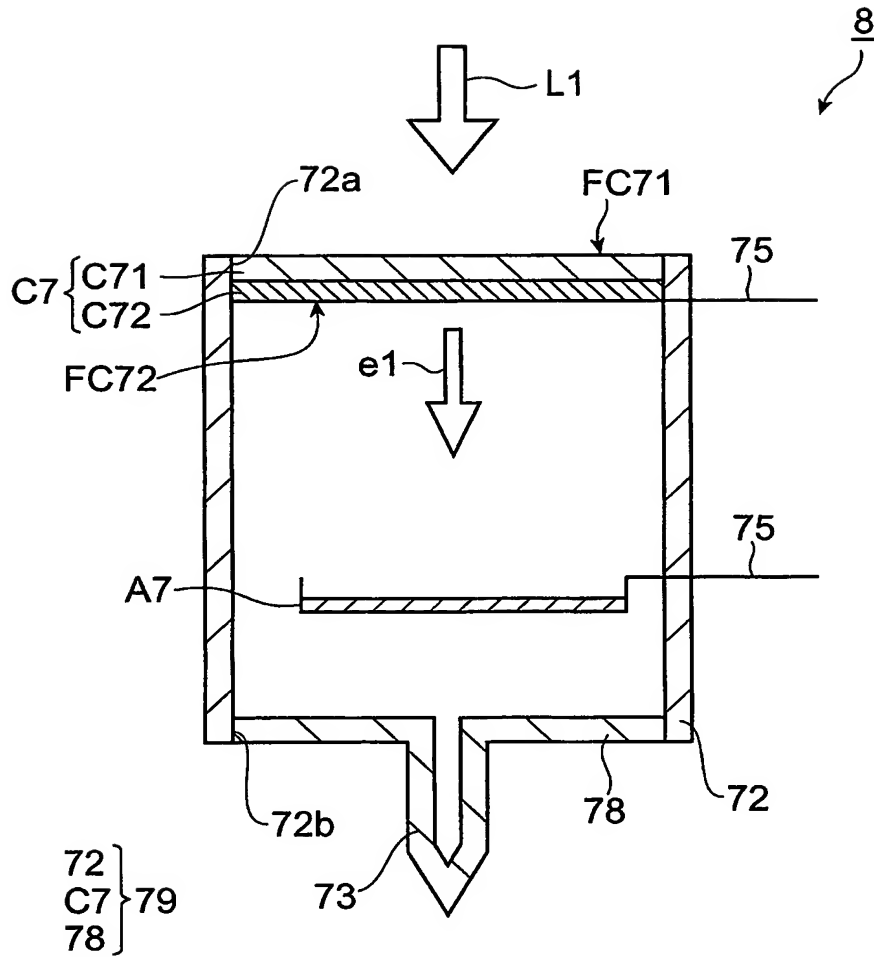
【図 9】



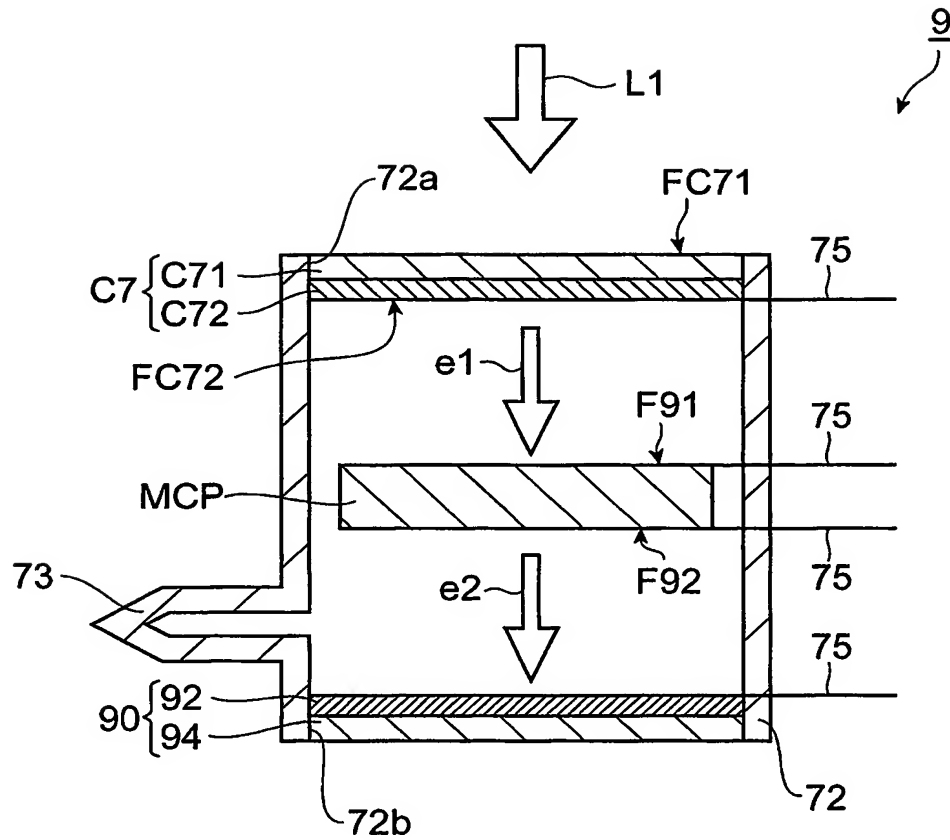
【図 10】



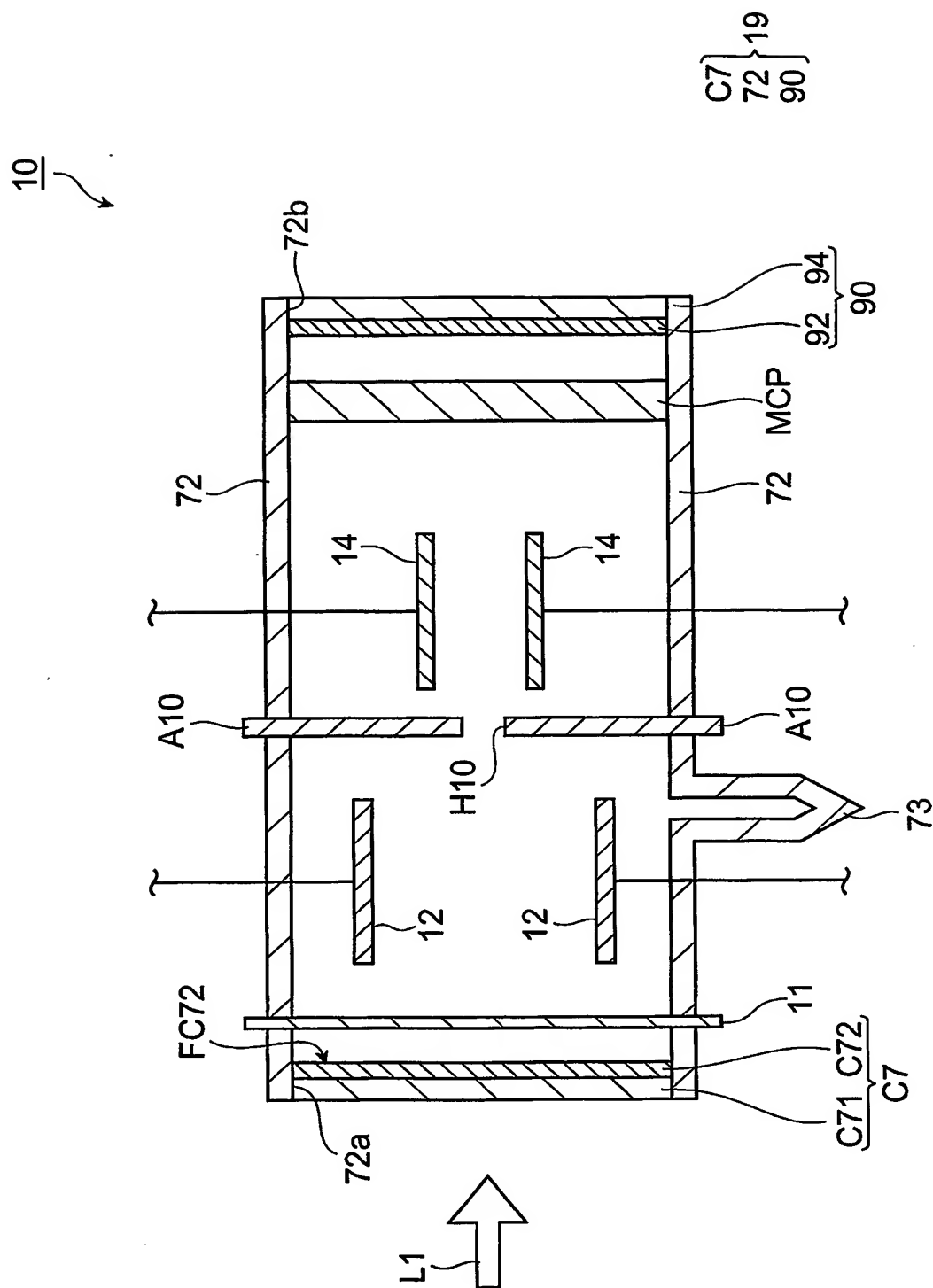
【図 1 1】



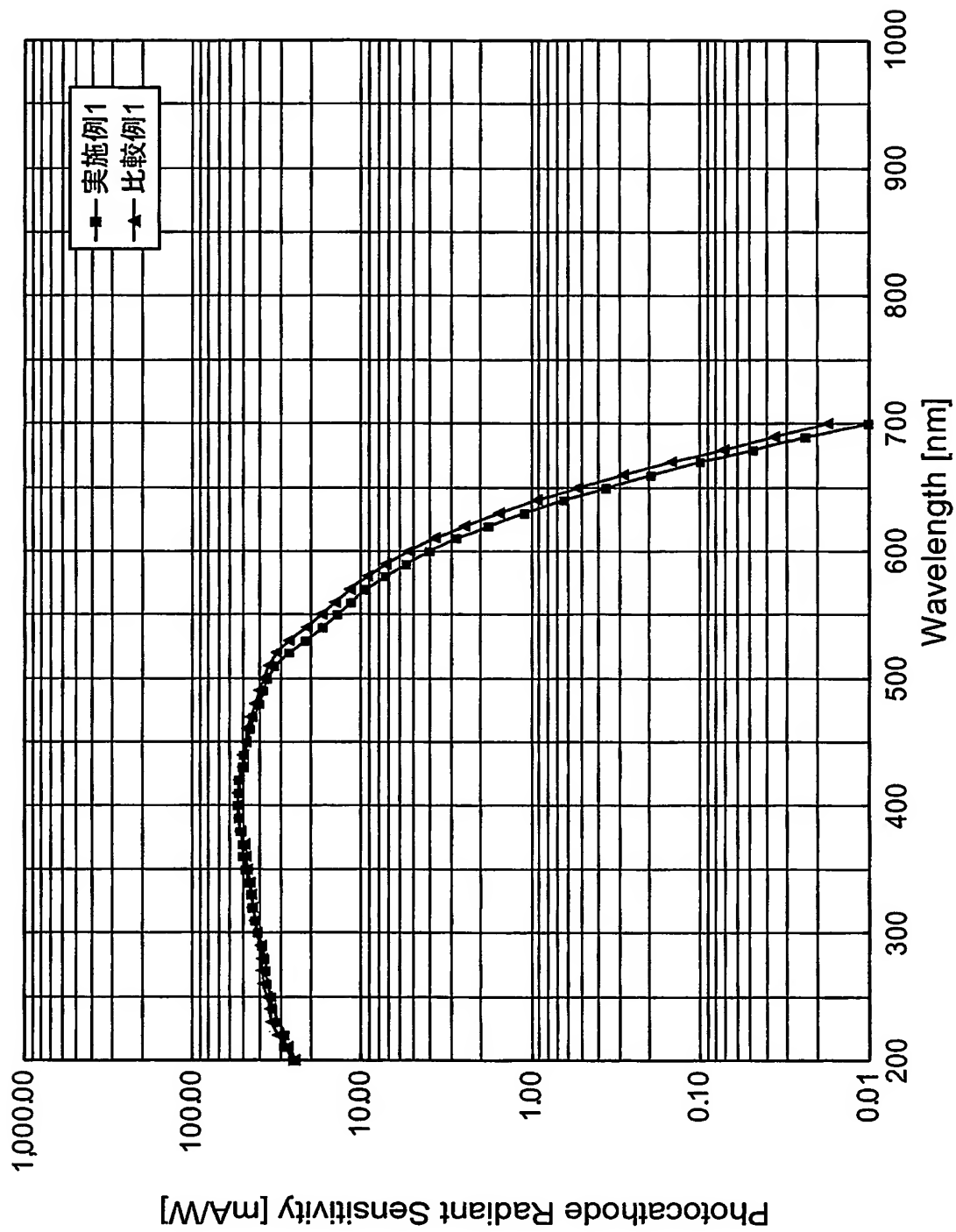
【図 12】



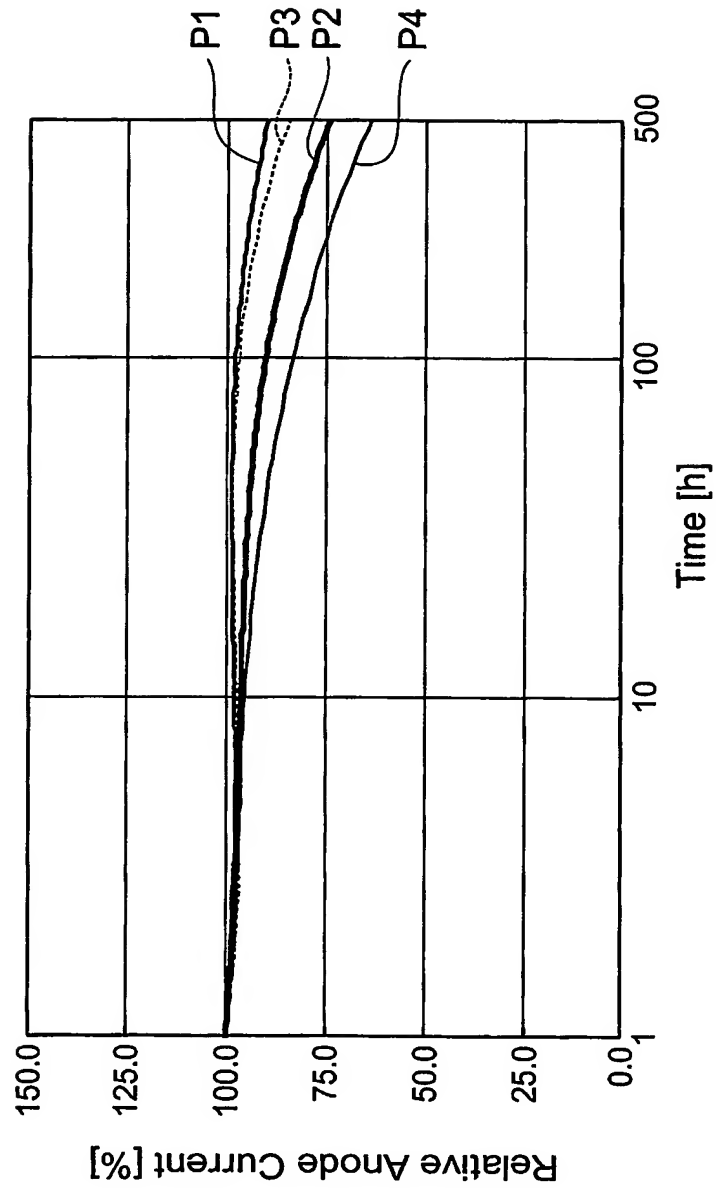
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アルカリ金属を安定的に発生させることのできる光電面又は2次電子放出面形成用のアルカリ金属発生剤及びアルカリ金属の発生速度を容易にコントロールできるアルカリ金属発生器の提供。

【解決手段】 アルカリ金属発生剤1は入射光を光電変換して光電子を放出する光電面、又は入射する電子を利用して2次電子を放出する2次電子放出面の形成に使用されるものであり、アルカリ金属イオンをカウンターカチオンとする少なくとも1種のタングステン酸塩からなる酸化剤と、所定温度において酸化剤との酸化還元反応を開始し前記イオンを還元する還元剤とを少なくとも有している。アルカリ金属発生器2は、アルカリ金属発生剤1とこれを収容するケース20とを少なくとも有している。ケースにはアルカリ金属の蒸気を放出する放出孔が設けられている。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 1 0 0 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

新規登録

住 所
氏 名

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1
浜松ホトニクス株式会社